



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA Y  
PLANTEAMIENTO DE UNA SOLUCIÓN DE GENERACIÓN Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SEMINARIO SAN  
BUENAVENTURA DE MÉRIDA EDO. MÉRIDA.**

Br. Eduard Wladimir Rodríguez Rodríguez.

Mérida, Marzo 2021



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA Y  
PLANTEAMIENTO DE UNA SOLUCIÓN DE GENERACIÓN Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SEMINARIO SAN  
BUENAVENTURA DE MÉRIDA EDO. MÉRIDA.**

Trabajo de grado presentado en cumplimiento parcial para optar al título de Ingeniero  
Electricista.

Br. Eduard Wladimir Rodríguez Rodríguez.  
Tutor: Prof. Marisol Dávila C.

Mérida, Marzo 2021

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ANÁLISIS DE LA DEMANDA ELÉCTRICA Y PLANTEAMIENTO DE  
UNA SOLUCIÓN DE GENERACIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN  
EL SEMINARIO SAN BUENAVENTURA DE MÉRIDA EDO. MÉRIDA.**

Br. Eduard Wladimir Rodriguez Rodriguez.

Trabajo de Grado, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Electricista, aprobado en nombre de la Universidad de Los Andes por el siguiente jurado.

www.bdigital.ula.ve

---

Prof. Pedro Omar Mora M.

---

Prof. Jesus Manuel Marquez

---

Prof. Mariso Dávila C.

## DEDICATORIA

A **Dios todopoderoso y al Santo Niño de la Cuchilla** por iluminarme y bendecirme durante todos estos años de carrera y permitirme cumplir una de mis metas.

A mi madre, **Deicy Rodríguez**, por hacer de mí quien soy y siempre contar con su apoyo incondicional, eres mi ejemplo a seguir. Este logro es tuyo. TE AMO MAMÁ.

A mi padre, **José Rodríguez (Cheo)**, porque a pesar de que no estás físicamente siempre siento tu presencia en cada paso que doy. Hoy miro al cielo y te dedico este logro. Espero que siempre estés orgulloso de mí. TE AMO PAPÁ.

A **mis abuelos** por ser unos segundos padres para mí y tenerme siempre presente en sus oraciones. Le doy gracias a Dios por permitirme compartir esta meta con Uds. LOS QUIERO.

A mi hija, **Camila Rodríguez**, por llegar a mi vida y ser ese impulso que me inspira a salir adelante y luchar ante cualquier adversidad, que esta meta te sirva como ejemplo. TE AMO

A mi novia, **Leidy Godoy**, por ser esa persona especial que llego para apoyarme y ser mi compañera de vida, hoy compartimos esta meta en común, espero junto a ti cumplir muchas más. TE AMO.

A mis **tíos**, por su cariño y siempre estar allí para apoyarme. Hoy les dedico esta meta. LOS QUIERO.

A mis amigos, **Astrid Castellanos, Jean Quinche, Erik Monsalve y Amílcar Gonzales**, que en este transitar se convirtieron en parte de mi familia. SE LES QUIERE.

A mi **familia** en general, que cerca o lejos han estado para apoyarme a todos ¡Muchísimas gracias!

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por ser mi guía y darme la voluntad, paciencia y conocimiento para lograr hoy culminar esta meta. Toda la gloria sea para ti mi dios.

A mi madre, **Deicy Rodríguez**, porque gracias a su apoyo pude lograr conseguir esta meta.

A la **Ilustre Universidad de Los Andes**, por abrirme sus puertas y permitirme formarme profesionalmente, por todas y cada una de las oportunidades que me ha brindado a lo largo de mi carrera.

A la **Escuela de Ingeniería Eléctrica**, gracias por comunicar sabiamente sus conocimientos y dedicar su tiempo en la orientación profesional de las nuevas generaciones de ingenieros; labor que hoy se materializa al culminar con éxito la realización del trabajo especial de grado.

Al **Prof. Lelis Nelson Ballester U.†** por su apoyo al comienzo de este trabajo de grado y durante la carrera compartiendo sus conocimientos.

A mi tutora **Prof. Marisol Davila C.** por su dedicación, orientación y paciencia durante la realización de mi trabajo de grado, por hacerme participe de sus conocimientos.

A la **Dirección de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Potencia**, por el su alta calidad humana y apoyo durante mi periodo de pre-grado. Gracias por sus orientaciones.

Al **Seminario San Buenaventura del Estado Mérida**, por abrirme las puertas de este recinto educativo para la realización de este trabajo de grado. Especialmente al Pbro. Gerardo Ramírez por su paciencia durante los días de toma de mediciones.

**Br. Eduard Wladimir Rodríguez Rodríguez. Análisis de la Demanda Eléctrica y Planteamiento de una Solución de Generación y Eficiencia Energética en el Seminario San Buenaventura de Mérida edo. Mérida.** Universidad de Los Andes. Tutor: Prof. Marisol Dávila C. Marzo 2021.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se basa en un estudio detallado del sistema de iluminación del Seminario San Buenaventura del estado Mérida, así como un análisis en su demanda eléctrica, con el fin de proponer un sistema de iluminación eficiente y una opción en generación eléctrica de respaldo, como lo es una planta eléctrica, para ser utilizada en caso de fallas en la red eléctrica. Para ello se desarrolló un trabajo de campo tomando muestras de los niveles de luz de todos los espacios del seminario, con la ayuda de un luxómetro digital, que permite medir los niveles de iluminación real de cada ambiente y ser comparados con los recomendados en la norma venezolana COVENIN 2243-93. De acuerdo a los resultados del estudio del sistema de iluminación, se verificó que los niveles de iluminación en los espacios de la institución no son óptimos, por ello se plantea un nuevo sistema con lámparas de tecnología LED, que cumplan con los niveles de iluminación establecidos por la norma y a su vez garanticen un consumo eficiente de energía eléctrica. Con la ayuda del software de simulación DIALux se representan las áreas de la institución con el nuevo sistema de iluminación. En cuanto al sistema de generación de respaldo se estima la demanda de la institución comparando el método de densidad de carga con un estudio de la carga instalada; como lo es el censo de carga establecido en la norma COVENIN 200:199, obteniendo así los requerimientos de demanda que esta institución posee para la selección de la capacidad de la planta eléctrica.

**Descriptores:** Sistema de iluminación, Tecnología LED, Demanda eléctrica, Sistema de respaldo, Planta eléctrica.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL SEMINARIO SAN BUENAVENTURA DE MÉRIDA EDO. MÉRIDA.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4 ALCANCE.....	6
1.5 LIMITACIONES.....	6
1.6 METODOLOGÍA.....	7
CAPITULO II.....	8
SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y DEMANDA ELECTRICA Y DEL SEMINARIO SAN BUENAVENTURA DEL ESTADO MERIDA.....	8
2.1 SISTEMA ELÉCTRICO.....	8
2.1.1 Instalación Eléctrica.....	9
2.1.2 Partes de una Instalación Eléctrica.....	9
2.2 DEMANDA ELECTRICA.....	10
2.2.1 Factor de demanda (FD):.....	10

2.2.2 Carga Instalada CI.....	11
2.2.3 Factor de diversidad .....	11
2.2.4 Factor de Coincidencia.....	11
2.2.3 Demanda diversificada o coincidente .....	11
2.2.4 Procedimiento para estimar la demanda mediante el censo de carga .....	11
2.2.5 Procedimiento para estimar la demanda mediante el método de densidad de carga.....	13
2.3 PROPIEDADES DE LA LUZ.....	14
2.4 FOTOMETRIA.....	14
2.4.1 Luminotecnia.....	14
2.4.2 Flujo Luminoso .....	14
2.4.3 Iluminancia.....	15
2.4.4 Iluminancia media .....	15
2.4.5 Eficiencia energética .....	15
2.5 FUENTES DE LUZ.....	16
2.6 LUMINARIAS .....	17
2.7 SISTEMAS DE ILUMINACION.....	17
2.7.1 Métodos de iluminación.....	17
2.7.2 Iluminación en centros educativos.....	18
2.7.3 Clasificación de la Iluminación que se requiere para realizar cierta tarea o función específica.....	19
2.7.4 Iluminación en oficinas .....	22
2.8 NORMA COVENIN 2249-93. ILUMINANCIAS EN TAREAS Y ÁREAS DE TRABAJO .....	24
2.9 SISTEMA ELÉCTRICO DE EMERGENCIA.....	26
2.9.1 Planta eléctrica de Emergencia .....	26
2.9.2 Tipos de plantas de emergencia. ....	28
2.9.3 Forma de operación de las plantas eléctricas. ....	29
CAPÍTULO III .....	32
ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO Y ANALISIS DE DEMANDA ELECTRICA DEL SEMINARIO. ....	32
3.1 CAPILLAS .....	33
3.2 AULAS .....	35
3.3 BIBLIOTECA.....	38

3.4 SALONES DE REUNIONES .....	39
3.5 SALÓN DE USO PROTOCOLAR .....	40
3.6 ÁREAS DE SERVICIO.....	41
3.7 OFICINAS .....	45
3.8 PASILLOS.....	46
3.9 DORMITORIOS.....	49
3.10 DEMANDA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL .....	53
3.10.1 Cantidad de lámparas usadas actualmente en el Seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	54
3.11 ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS ÁREAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL .....	55
3.12 ANALISIS DE DEMANDA ELECTRICA .....	57
3.12.1 Calculo del hidroneumático .....	58
3.12.2 Censo de carga .....	62
3.12.3 Calculo de la demanda eléctrica del Seminario San Buenaventura del estado Mérida. Método de Densidad de carga.....	64
CAPITULO IV .....	66
PROPUESTA DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACION Y SISTEMA ELECTRICO DE RESPALDO. ....	66
4.1 CAPILLAS .....	66
4.2 AULAS .....	68
4.3 BIBLIOTECA.....	72
4.4 SALONES DE REUNIONES .....	73
4.5 SALON DE USO PROTOCOLAR .....	74
4.6 ÁREAS DE SERVICIO.....	75
4.7 OFICINAS .....	78
4.8 PASILLOS.....	80
4.9 DORMITORIOS.....	82
4.10 POTENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROPUESTO .....	86
4.11 ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y EL SISTEMA PROPUESTO PARA EL SEMINARIO SAN BUENAVENTURA.....	87
4.12 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO DEL SEMINARIO.....	87

4.12.1 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE).....	90
4.13 COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO .....	91
4.14 PROPUESTA DEL SISTEMA DE RESPALDO PARA EL SEMINARIO .....	94
4.14.1 Sistema de respaldo con totalidad de la carga.....	94
4.14.2 Sistema de respaldo para carga prioritaria .....	95
4.14.3 Ubicación de la planta eléctrica y tablero de transferencia.....	96
4.14.4 Calculo de acometida y elección de tablero de transferencia para la totalidad de la carga del seminario San Buenaventura del Edo. Mérida. ....	97
4.14.5 Calculo de acometida y elección de tablero de transferencia para la carga prioritaria del seminario San Buenaventura del Edo. Mérida. ....	98
4.15 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE RESPALDO PROPUESTO DEL SEMINARIO. ....	99
4.15.1 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE) de las plantas eléctricas. ....	100
CONCLUSIONES .....	101
RECOMENDACIONES.....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	104

www.bdigital.ula.ve

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Modelo de un sistema eléctrico de potencia .....	8
Figura 2.2 Partes de una instalación eléctrica.....	10
Figura 2.3 Métodos de iluminación .....	18
Figura 2.4 Tipos de deslumbramientos causados en centros educativos.....	19
Figura 2.5 Correcta posición de la luminaria para iluminar el pizarrón.....	19
Figura 2.6 Oficina tipo colmena .....	22
Figura 2.7 Oficina tipo celda .....	22
Figura 2.8 Oficina tipo reunión .....	23
Figura 2.9 Oficina tipo club.....	23
Figura 2.10 Oficina tipo Lobby .....	23
Figura 2.11 Partes de una planta eléctrica .....	27
Figura 2.12 Sistemas que componen el motor de una planta eléctrica.....	27
Figura 3.1a Capilla Principal .....	34
Figura 3.1c Capilla Auxiliar 2 .....	34
Figura 3.2a Aula 1 Seminario San Buenaventura de Mérida .....	35
Figura3.2c Enfermería .....	35
Figura 3.2b Aula 2 .....	35
Figura3.3b Estantería.....	38
Figura 3.3a Biblioteca .....	38
Figura3.4b Salón de trofeos.....	39
Figura 3.4a Salón de visitas .....	39
Figura 3.4c Salón del Clero .....	39
Figura 3.5a Auditorio. ....	40
Figura 3.6b Cocina .....	44
Figura 3.6a Comedor .....	44
Figura 3.7a Oficina Vicerector .....	46

Figura 3.7b Oficina de dirección.....	46
Figura 3.8a Pasillo Nivel PB (salón visitas).....	48
Figura 3.8b Holl de Entrada Nivel PB.....	48
Figura 3.9b Habitación 2 Nivel.....	52
Figura 3.9a Habitación 1 Nivel Habitaciones Profesores.....	52
Figura 4.1 Porcentaje de lámparas en funcionamiento respecto a las lámparas instaladas en el sistema de iluminación actual.....	54
Figura 4.2 Esquema de posicionamiento del sistema hidroneumático.....	59
Figura 4.3 Propuesta de iluminación del Aula 1 del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	71
Figura 4.4 Curvas Isolíneas de la propuesta de la Aula 1 del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	71
Figura 4.5 Propuesta de iluminación del Estudio del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	71
Figura 4.6 Curvas Isolíneas de la propuesta de la Aula 1 del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	72
Figura 4.7 Propuesta de iluminación del Salón del clero del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	73
Figura 4.8 Curvas Isolíneas de la propuesta de la Aula 1 del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	74
Figura 4.9 Propuesta de iluminación del Auditorio del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	74
Figura 4.10 Curvas Isolíneas de la propuesta del Auditorio del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	75
Figura 4.11 Propuesta de iluminación del Comedor del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	78
Figura 4.12 Curvas Isolíneas de la propuesta del Comedor del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	78
Figura 4.13 Propuesta de iluminación de oficina del vicerrector del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	79
Figura 4.14 Curvas Isolíneas de la propuesta de oficina del vicerrector del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	79
Figura 4.15 Propuesta de iluminación de habitación de Arzobispo del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	85
Figura 4.16 Curvas Isolíneas de la propuesta de la habitación del Arzobispo del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Factores de demanda para alimentadores de carga de iluminación.....	12
Tabla 2.4 Porcentajes a aplicar en el cálculo de intensidad máxima admisible de los conductores de los circuitos de motores. ....	13
Tabla 2.5 Método opcional para calcular los factores de demanda para alimentadores y conductores de entrada de acometida para escuelas.....	14
Tabla 2.3 Valores límite de eficiencia energética en iluminación (VEEI).....	15
Tabla 2.3 Continuación. Valores límite de eficiencia energética en iluminación (VEEI) .....	16
Tabla 2.4 Fuentes de luz usadas en el Seminario San buenaventura de Mérida .....	16
Tabla 2.5 Temperatura del color versus tipo de actividad en centros educativos .....	20
Tabla 2.6 Requerimientos técnicos de los tipos de oficinas .....	24
Tabla 2.7 Iluminancias recomendadas de acuerdo a las dependencias del seminario Arquidiocesano San buenaventura del Edo. Mérida. ....	24
Tabla 2.8 Continuación Iluminancias recomendadas de acuerdo a las dependencias del seminario Arquidiocesano San buenaventura del Edo. Mérida.....	25
Tabla 3.1 Característica de medición de las capillas del seminario San Buenaventura .....	33
Del estado Mérida.....	33
Tabla 3.2 Característica de medición de las aulas del seminario San Buenaventura .....	36
Del estado Mérida.....	36
Tabla 3.3 Característica de medición de la Biblioteca del seminario San Buenaventura .....	38
Del estado Mérida.....	38
Tabla 3.4 Característica de medición de los salones de reuniones del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	40
Tabla 3.5 Característica de medición del salón protocolar del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	41
Tabla 3.6 Característica de las áreas de servicio del seminario San Buenaventura del estado Mérida.....	42
Tabla 3.6 Continuación. Característica de las áreas de servicio del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	43

Tabla 3.6 Continuación. Característica de las áreas de servicio del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	44
Tabla 3.7 Característica de las oficinas del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ...	45
Tabla 3.8 Característica de los pasillos del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ...	46
Tabla 3.8 Continuación. Característica de los pasillos del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	47
Tabla 3.8 Continuación. Característica de los pasillos del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	48
Tabla 3.9. Característica de los dormitorios del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	49
Tabla 3.9. Continuación. Característica de los dormitorios del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	50
Tabla 3.9. Continuación. Característica de los dormitorios del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	51
Tabla 3.9. Continuación. Característica de los dormitorios del seminario San Buenaventura del estado Mérida. ....	52
Tabla 3.10 Característica de la carga conectada por Iluminación .....	53
Tabla 3.12 Dotaciones diarias para edificaciones destinadas a planteles educacionales. ....	58
Tabla 3.13 Factores de proyección según la variación en la demanda.....	59
Tabla 3.14 Características técnicas de la tubería para agua fría presión NTP 399.002: 2015. .	60
Tabla 3.15 Carga de iluminación del seminario San Buenaventura de Mérida .....	62
Tabla 3.16 Cargas de pequeños artefactos del seminario San Buenaventura de Mérida .....	62
Tabla 3.17 Cargas Especiales del seminario San Buenaventura de Mérida.....	62
Tabla 3.18 Cargas de motores del seminario San Buenaventura de Mérida .....	63
Tabla 4.1 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las capillas. ....	67
Tabla 4.1 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las capillas. ....	68
Tabla 4.2 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las aulas y salones. ...	68
Tabla 4.2 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las aulas y salones. ...	69
Tabla 4.2 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las aulas y salones. ...	70
Tabla 4.3 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de la biblioteca. ....	72
Tabla 4.4 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los salones de reuniones.....	73
Tabla 4.5 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación en salones de uso protocolar.....	74

Tabla 4.6 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las áreas de servicio..	75
Tabla 4.6 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las áreas de servicio.....	76
Tabla 4.7 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos. ....	78
Tabla 4.8 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los pasillos. ....	80
Tabla 4.8 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los pasillos.....	81
Tabla 4.9 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los dormitorios.....	82
Tabla 4.10 Consumo de potencia del sistema de iluminación propuesto. ....	86
Tabla 4.11 Precio del consumo anual del sistema de iluminación actual y propuesto del Seminario San Buenaventura de Mérida. ....	87
Tabla 4.12 Precio de las luminarias que se encuentran instaladas en el Seminario .....	88
Tabla 4.13 Precio de las luminarias del sistema de iluminación propuesto en el Seminario San Buenaventura .....	89
Tabla 4.14 Costo anual uniforme equivalentes de los sistemas de iluminación actual y propuesto .....	91
Tabla 4.15 Índices de Eficiencia Energética del sistema actual y el propuesto .....	91
Tabla 4.16 Data de información técnica del generador eléctrico con motor Cummins ACCC-250C .....	94
Tabla 4.17 Data de información técnica del generador eléctrico con motor Cummins ACCC-55C .....	95
Tabla 4.18 Especificaciones del tablero de transferencia.....	98
Tabla 4.19 Especificaciones del equipo de transferencia .....	98
Tabla 4.20 Especificaciones del tablero de transferencia.....	98
Tabla 4.21 Especificaciones del equipo de transferencia .....	99
Tabla 4.22 Costos del consumo anual en combustible de ambas propuestas de respaldo en el Seminario.....	99
Tabla 4.23 Precio de las plantas eléctricas propuestas para el sistema de respaldo en el Seminario.....	99
Tabla 4.23 Precio de las acometidas y tableros de transferencia propuestos para el sistema de respaldo en el Seminario.....	100
Tabla 4.24 Costo anual uniforme equivalentes de los sistemas de respaldo del seminario ....	100

# INTRODUCCIÓN

El Seminario San Buenaventura fue fundado en el estado Mérida el 29 de marzo de 1785 por el primer obispo de Mérida Fray Juan Ramos de Lora, funda la “Casa de Educación de Jóvenes inclinados al estado Eclesiástico”; antecedente fundacional del Seminario Arquidiocesano y la Universidad de Los Andes. El 1 de noviembre de 1785, se dedica aquel retoño formativo, al insigne Doctor de la iglesia San Buenaventura, y no es sino hasta el 18 de septiembre de 1953 cuando estrena sede definitiva, al final de la calle 25 Ayacucho. El mérito de este esfuerzo está unido al recuento del II Arzobispo emeritense Mons. Acacio Chacón, de grata memoria.

Debido a la gran importancia que tienen esta institución para la iglesia católica en la formación de los candidatos al sacerdocio; es necesario que cuente con un sistema de alumbrado óptimo, garantizando los niveles de iluminación y energía eléctrica continua apropiada para un mejor desenvolvimiento y crecimiento de sus estudiantes, así mismo dicho sistema debe contribuir con el ahorro energético.

El presente proyecto tiene como objetivo principal determinar y analizar la demanda eléctrica del Seminario, a fin de plantear una solución de generación alterna que supla dicha demanda en caso de fallas en el suministro del servicio eléctrico.

Por otra parte, considerando que toda institución debe contar con una buena iluminación, el cual es un elemento esencial tanto en el proceso de aprendizaje como en el desarrollo de actividades que se realicen en oficinas y otros espacios que compongan dicha institución, se debe proporcionar un nivel adecuado de iluminación que garantice un alto confort visual y controlar o disminuir a lo más mínimo los niveles de deslumbramiento, cumpliendo con las normas y requisitos mínimos de iluminación establecidos por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).

Este proyecto está compuesto por cuatro capítulos descritos de la siguiente manera:

En el capítulo I se define la problemática a tratar, así como los objetivos, alcance y limitaciones del proyecto. También se contempla la metodología a seguir para elaborar este trabajo.

Las bases teóricas y definición de términos básicos que sustentan el proyecto se encuentran incluidas en el capítulo II.

Así mismo, en el capítulo III se hace un análisis y estudio del sistema de iluminación actual del Seminario, donde se evalúan sus condiciones y se verifica si cumplen con las normas y especificaciones COVENIN, además, se desarrolla un censo de carga con el fin de estimar la demanda eléctrica de toda la institución.

En el capítulo IV de este proyecto, se propone un sistema de iluminación adecuado partiendo con las observaciones obtenidas en el capítulo anterior y ajustados a las normas y especificaciones COVENIN, además de garantizar un uso eficiente de la energía eléctrica, y se plantea una solución para respaldar la demanda eléctrica de la institución en caso de fallas de la red que proporciona el servicio teniendo en cuenta un nuevo sistema de iluminación que se pretende implementar.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones generadas a partir de la realización del estudio.

# **CAPITULO I**

## **PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL SEMINARIO SAN BUENAVENTURA DE MÉRIDA EDO. MÉRIDA**

La investigación tiene sus bases en un estudio del sistema de iluminación y demanda eléctrica del Seminario San Buenaventura del estado Mérida, dicha institución cuenta con una iluminación deficiente en cada uno de sus espacios, además de no contar con un sistema de respaldo eléctrico en caso de fallas de la red que proporciona el servicio, requerimientos mínimos necesarios para un óptimo desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en dicha institución. Por tal razón, en el presente capítulo se hace referencia al problema que se tiene como objetivo de estudio, la metodología ejecutada, el alcance que se da al tema y algunas limitaciones que se presentan en el desarrollo de la investigación.

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El edificio del Seminario San Buenaventura del estado Mérida, es una obra emblemática de la ciudad por la historia y patrimonio en formación de sacerdotes de la iglesia católica, que cuenta con 67 años de construcción, y que sirve como centro de hospedaje para una población de 50 estudiantes en la formación sacerdotal, dicha infraestructura cuenta con habitaciones, oficinas, salones, biblioteca, talleres, cocina, comedores, depósitos, capillas, sala de usos múltiples, salones de reuniones, salones de lavado, auditorio, canchas deportivas y patios de zonas verdes. De esta manera, surge la necesidad de garantizar un servicio de energía eléctrica continuo y de un sistema de iluminación adecuado según norma, para garantizar un desarrollo óptimo y confortable de todas sus actividades.

Teniendo en cuenta la necesidad de un servicio eléctrico continuó y de una buena iluminación en dicho plantel educativo, se debe realizar un estudio de demanda conjuntamente con el

alumbrado en cada área que conforma la institución con el fin de plantear una solución en materia de generación eléctrica, así como comparar los niveles de iluminación presentes en cada espacio y compararlos con los establecidos por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). De acuerdo a los resultados obtenidos, se realizará una propuesta tanto en el área de generación eléctrica en caso de fallas de la red que proporciona el servicio eléctrico, como del sistema de iluminación, implementando tecnologías actuales y generando niveles adecuados para un óptimo desempeño de estudiantes y trabajadores y a su vez proporcionar una mejora en el ahorro energético.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El objetivo de una buena iluminación es brindar seguridad, confort o resaltar los elementos que componen un ambiente determinado. En Instituciones educativas la iluminación juega un papel esencial en el proceso de aprendizaje de los alumnos, desde hace algún tiempo profesores y directivos de las instituciones educativas se han interesado por la influencia de la luz sobre éstos y han recurrido a diferentes herramientas para el uso de la iluminación al interior de las aulas.

Como las oficinas, las instituciones educativas son un lugar de trabajo en el que la concentración y el rendimiento juegan un papel importante, para lograr esto es necesario que en el diseño de iluminación se estudien las aplicaciones que tendrá cada espacio. Para los salones de clase se tiene que pensar en las distintas actividades que se realizan a lo largo del día y en que una iluminación monótona haría que los estudiantes perdieran el interés en sus labores disminuyendo su rendimiento.

En la actualidad existe una mayor preocupación por proteger el medio ambiente, siendo este el objetivo principal de la eficiencia energética. Es decir, se tiene una mayor preocupación por el consumo eficiente de la energía, con la finalidad de optimizar los procesos productivos y el empleo de los recursos produciendo más con menos energía. En el caso de la iluminación tanto de exteriores como de interiores, se tiene como objetivo iluminar mejor consumiendo menos electricidad y de esta manera se reduce costos y se promueve la sostenibilidad económica, política y ambiental. Esto se puede lograr por medio de la tecnología, que en el ámbito de la iluminación ha evolucionado de una forma impresionante en los últimos años: Sistemas de

iluminación más eficientes, sistemas de control que permiten adaptar las necesidades lumínicas a las demandas en cada momento, permiten reducir de una forma muy importante el consumo energético de nuestras instalaciones sin perjuicio en las prestaciones visuales de las misma. Siguiendo estas premisas se plantea evaluar el sistema de iluminación del Seminario San Buenaventura del estado Mérida y de acuerdo a un exhaustivo análisis proponer un sistema de iluminación que sea eficiente y permita contribuir al ahorro energético en la institución.

Por otra parte, se sabe que Venezuela actualmente atraviesa por una crisis energética en lo que a producción de electricidad se refiere, por lo cual se plantea que todas las instituciones con instalaciones eléctricas de gran consumo deben buscar fuentes alternativas de generación, que les permitan no solo solventar su alimentación en caso de fallas de la empresa que proporciona el servicio eléctrico, sino de alguna forma aliviar la demanda del sistema eléctrico nacional y así contribuir con el ahorro y la sustentabilidad del mismo.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Proponer un sistema de respaldo para el Seminario San Buenaventura de Mérida que permita suplir la demanda de consumo de esta institución, considerando la inclusión de un sistema de iluminación que cumpla con la norma COVENIN 2249-93 y en los índices de eficiencia energética.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar los niveles de iluminación de las diversas áreas del Seminario San Buenaventura para asegurar, en función de las características distintivas de cada recinto, un nivel de iluminación adecuado.
- Verificar la eficiencia de dichos sistemas de alumbrado.
- Proponer un sistema de iluminación que cumpla con lo establecido en la norma COVENIN 2249-93 y en los índices de eficiencia energética.
- Determinar la demanda eléctrica en todas las áreas del Seminario San Buenaventura.

- Proponer un sistema en generación eléctrica de respaldo que cumpla con la demanda eléctrica tanto del nuevo sistema de iluminación como los circuitos prioritarios de la institución.

## **1.4 ALCANCE**

El propósito fundamental de este trabajo consiste en diseñar y proponer un nuevo sistema de alumbrado y de generación eléctrica en caso de fallas de la red que proporciona la energía eléctrica a el Seminario San Buenaventura del estado Mérida, que garantice un servicio eléctrico continuo a los circuitos prioritarios y los niveles de iluminación requeridos en cada área, contribuyendo así a un consumo eficiente y al ahorro energético. Otro aspecto importante es el aprovechamiento de la luz natural en algunas áreas de la infraestructura.

## **1.5 LIMITACIONES.**

- Problemas al realizar mediciones de iluminación debido a presencia de personas las cuales producen sombras e interfieren con la precisión del instrumento de medición.
- Dificultad para la toma de medidas en algunos espacios, por encontrarse llenos de mobiliaria no perteneciente a dicho espacio.
- Para el estudio de demanda eléctrica, se instaló en los dos tableros principales de la institución un analizador de red que según la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN)220-35 debe ser instalado en la institución por lo menos durante un año con una excepción, si no existen datos de un año bastara con conocer los Amperes reales durante un periodo mínimo de 30 días, lo cual no fue posible, ya que en el estado Mérida solo existe un equipo Analizador de Red perteneciente a la empresa estatal CORPOELEC y el mismo tiene una gran demanda, por ello fue instalado por tan solo 12 horas continuas en ambos tableros del seminario. Es por esta razón que los datos arrojados por el equipo no fueron tomados en cuenta para el cálculo de la demanda eléctrica.

## 1.6 METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó en la presente investigación es de tipo combinada debido a que integra la recolección de información en campo, el análisis, comprobaciones y aplicaciones prácticas, que contribuyan a la solución del problema planteado.

Se desarrolló un trabajo de campo tomando muestras de los niveles de iluminación de todos los espacios del seminario, con la ayuda de un luxómetro digital, que permitió medir los niveles de iluminación real de cada ambiente y ser comparados con los recomendados en la norma venezolana COVENIN 2243-93. Una vez obtenidos los resultados se comprobó que dichos niveles de iluminación no se encuentran en un nivel óptimo para el desarrollo de las actividades tanto de sus estudiantes como el personal que labora en la institución. Es por ello que se diseñó un nuevo sistema de iluminación con tecnología led utilizando el software computacional DIALux, para representar cada uno de los espacios que conforman el seminario, garantizando así los niveles de iluminación requeridos por la norma y un consumo eficiente de la energía eléctrica.

Para incluir un sistema de respaldo en caso de fallas en el servicio eléctrico, inicialmente se realizó un estudio de la demanda eléctrica de la institución, comparando los valores obtenidos por el método de densidad de carga, y por un estudio de la carga instalada, tomando nota de la potencia eléctrica que consume cada artefacto de la institución; ambos métodos respaldados por factores tomados según la norma COVENIN 200:1999. El resultado permitió determinar la capacidad del sistema de respaldo a elegir proponiendo su implementación para que la institución no se vea afectada por las interrupciones en el servicio eléctrico.

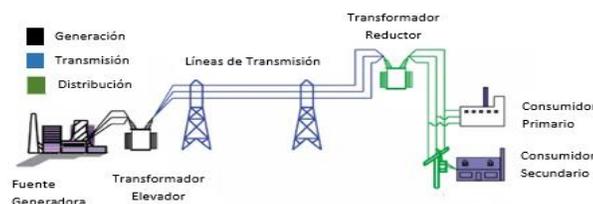
# CAPITULO II

## SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y DEMANDA ELECTRICA Y DEL SEMINARIO SAN BUENAVENTURA DEL ESTADO MERIDA

Las instalaciones de iluminación de las distintas dependencias que componen un centro educativo como lo es el Seminario San Buenaventura del estado Mérida, deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las muy variadas tareas y actividades que se desarrollan en toda la institución. Aplicando criterios de calidad adecuados al diseño e instalación de todos aquellos elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación, se obtienen los resultados de confort visual requeridos, garantizando un servicio eléctrico con respaldo en caso de fallas para los circuitos prioritarios y una iluminación con máxima eficiencia energética. A continuación se describen las bases teóricas para el desarrollo del trabajo de investigación.

### 2.1 SISTEMA ELÉCTRICO.

Un sistema eléctrico de potencia incluye las etapas de generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica, y su función primordial es la de llevar esta energía desde los centros de generación hasta los centros de consumo y por último entregarla al usuario [1].



**Figura 2.1 Modelo de un sistema eléctrico de potencia**

**Fuente:** disponible en <http://www.sectorelectricidad.com/20090/reguladores-de-tension-monofasicas/>.

### **2.1.1 Instalación Eléctrica.**

Luego de la etapa de distribución de la energía eléctrica, se tiene un conjunto de materiales y equipos que forman parte de la instalación eléctrica, que se encarga de tomar la electricidad desde la red de distribución pública de la compañía eléctrica hasta las viviendas, centros educativos y comercios [2].

### **2.1.2 Partes de una Instalación Eléctrica.**

Entre las partes principales que conforman una instalación eléctrica se tiene:

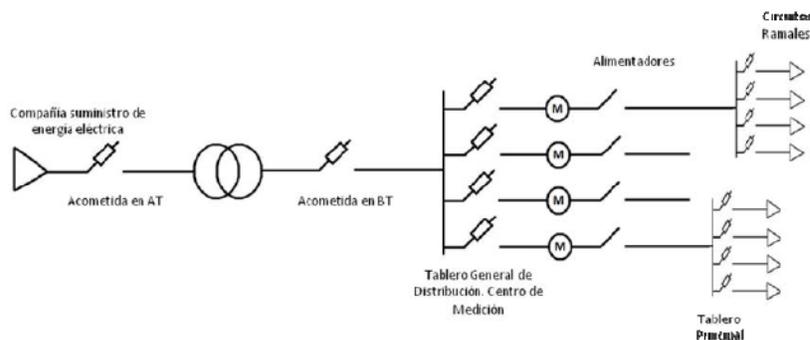
*Acometida:* Se define como el punto de conexión entre la red, propiedad de la compañía suministradora, y el alimentador que abastece al usuario [2]. Adicionalmente establecen que en los terminales de entrada de la acometida normalmente se colocan aparta rayos para proteger la instalación y el equipo contra ondas de alto voltaje, ya sea de origen atmosférico o por maniobras de conexión o desconexión en la red de suministro.

*Tablero General de Distribución:* Es un equipo donde se posiciona el interruptor general de protección luego del transformador. El transformador se conecta a la entrada del tablero haciendo conexión al interruptor general y a la salida de éste las barras que distribuyen la energía eléctrica a diferentes circuitos a través de interruptores derivados [2].

*Interruptor derivado:* Los interruptores eléctricos llamados derivados son aquellos que están colocados para proteger y desconectar alimentadores de circuitos que distribuyen la energía eléctrica a otras secciones de la instalación o que energizan a otros tableros [2].

*Interruptor termomagnético:* Es uno de los interruptores más utilizados que sirve para desconectar y proteger contra sobrecargas y cortocircuitos [2]. Se fabrica en gran variedad de tamaños, por lo que su aplicación puede ser como interruptor general o derivado. Su diseño le permite soportar un gran número de operaciones de conexión y desconexión, lo que lo hace muy útil en el control manual de una instalación. Tiene un elemento electrodinámico con el que puede responder rápidamente ante la presencia de un cortocircuito. Para la protección contra sobrecarga se vale de un elemento bimetálico.

*Circuitos ramales:* Sirven para alimentar los diferentes equipos que conformen la instalación eléctrica, en ambos casos el proyectista debe asegurarse que la instalación eléctrica tenga la especificación necesaria para que la caída de voltaje esté por abajo de la permitida, que el alimentador quede protegido contra fallas y sobrecargas [2].



**Figura 2.2 Partes de una instalación eléctrica**

Fuente: disponible en

[http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/lnelson/materias/instalaciones\\_electricas/tema\\_1/instalacion\\_electrica\\_\\_tema\\_1.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/lnelson/materias/instalaciones_electricas/tema_1/instalacion_electrica__tema_1.pdf).

## 2.2 DEMANDA ELECTRICA

En un sistema de distribución corresponde a la potencia eléctrica que requiere una cantidad de usuarios para abastecer sus necesidades en un momento determinado y cuya medida depende del caso de estudio: amperios para la selección o reemplazo de conductores, fusibles, o de interruptores, ajuste de protecciones y balanceo de carga; kilovatios para la planificación del sistema, estudios de energía consumida, energía no vendida, y energía pérdida; kilovoltamperios para la selección de la capacidad de transformadores y alivio de carga [1].

### 2.2.1 Factor de demanda (FD):

La relación demanda máxima a carga conectada, conocida como *factor de demanda (FD)*, es en general fracción de la unidad y mide la proporción de carga total que es a lo sumo alimentada. Aunque este factor de demanda puede aplicarse a un sistema completo, usualmente es aplicable a la acometida de un cliente que puede ser industrial, comercial o residencial [3]. Analíticamente,

$$FDem = \frac{Dmax}{Carga\ Conectada} \quad (2.1)$$

Donde:

$D_{max}$ : Demanda máxima (kW, MW, etc.)

Carga Conectada expresada en kW, MW, etc.

### 2.2.2 Carga Instalada CI

Es la suma de todas las potencias nominales continuas de los aparatos de consumo conectados a un sistema o a parte de él, se expresa generalmente en kVA, MVA, kW O MW [1].

Matemáticamente se indica como:

$$CI = \sum \text{Potencias nominales de las cargas} \quad (2.2)$$

### 2.2.3 Factor de diversidad

Es la suma de las demandas máximas individuales dividido entre la demanda máxima coincidente [1].

### 2.2.4 Factor de Coincidencia

Es la relación máxima de la demanda total coincidente de un grupo de cargas, y la suma de las máximas demandas individuales. También conocido como el recíproco del factor de diversidad [1].

### 2.2.3 Demanda diversificada o coincidente

Suma de las demandas impuestas por cada carga, en un intervalo particular. Es decir la suma de las contribuciones de las demandas individuales a la demanda diversificada [1].

### 2.2.4 Procedimiento para estimar la demanda mediante el censo de carga

Para estimar la demanda eléctrica existente en cualquier infraestructura mediante el censo de carga establecido en la norma COVENIN se realiza el siguiente procedimiento:

1. Se toma nota de todas las cargas de iluminación del recinto.

2. Se obtienen los datos de placa de cada uno de los equipos existentes que se encuentran en la institución.
3. Las cargas se dividen de acuerdo a su tipo y lo establecido en la norma COVENIN y se multiplican por los factores de demanda correspondientes según las tablas 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4

**Tabla 2.1 Factores de demanda para alimentadores de carga de iluminación**  
**Fuente: COVENIN 200:1999 sección 220-11**

Tipo de local	Parte de la carga de iluminación a la que se aplica el factor de demanda en (Voltampere)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 12000	35
	A partir de 12000	25
Hospitales	Primeros 5000 o menos	40
	A partir de 5000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los de apartamentos sin previsión para que los inquilinos cocinen	Primeros 20000 o menos	50
	De 20001 a 100000	40
	A partir de 100000	30
Almacenes, Depósitos	Primeros 12500 o menos	100
	A partir de 12500	50
Todos los demás	Total voltampere	100

\*Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga de los alimentadores de las áreas de hospitales, hoteles y moteles donde toda la iluminación pueda estar utilizada al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

**Tabla 2.2 Factores de demanda para alimentadores de cargas de iluminación**  
**Fuente: COVENIN 200:1999 sección 220-13**

Parte de carga de tomacorriente a que se le aplica el factor de demanda (en voltampere)	Factor de demanda %
Primeros 10KVA o menos	100
A partir de 10KVA	50

**Tabla 2.3 Factores de demanda para secadoras eléctricas de ropa de tipo domestico**  
**Fuente: COVENIN 200:1999 sección 220-18**

Secadora	Factor de demanda %	Secadora	Factor de demanda %
1	100	10	50
2	100	11-13	45
3	100	14-19	40
4	100	20-24	35
5	80	25-29	32,5
6	70	30-34	30
7	65	35-39	27,5
8	60	De 40 en adelante	25
9	55		

**Tabla 2.4 Porcentajes a aplicar en el cálculo de intensidad máxima admisible de los conductores de los circuitos de motores.**

Fuente: COVENIN 200:1999 sección 430-22(a)

Clasificación del Servicio	Porcentaje de la corriente nominal indicada en la placa de característica			
	5 minutos nominales	15 minutos nominales	30 y 60 minutos nominales	Continuo
Servicio costo: motores de válvulas, de válvulas, de subida o bajada	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>150</b>	----
Servicio intermitente: ascensores y montacargas, cabezales de herramientas, bombas, puentes levadizos, mesas giratorias, etc. Para soldadores de arco.	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>140</b>
Servicio Periódico: Maquinas de manipulación de bobinas, mineral y carbón, etc.	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>140</b>
Servicio Variable	<b>110</b>	<b>120</b>	<b>150</b>	<b>200</b>
Cualquier aplicación de un motor se considerara como continua, a menos que la naturaleza del aparato movido por el motor sea tal que el motor no funcione continuamente con carga en cualquier circunstancia de uso.				

### 2.2.5 Procedimiento para estimar la demanda mediante el método de densidad de carga

Para determinar la demanda existente por el método de densidad de carga, se obtiene los factores de demanda de la norma COVENIN en su sección 20-34.

#### *Método opcional escuelas*

El cálculo de la carga para el alimentador o la acometida de una escuela podrán ser realizados de acuerdo con la tabla si la escuela está equipada con calefacción eléctrica, aire acondicionado o con ambos. La carga conectada a la cual se aplican los factores de demanda dados en la tabla incluirá todo alumbrado interior y exterior, calentadores de agua, cocinas eléctricas, cargas de cocina y otras cargas de fuerza, incluyéndose la que resulte mayor carga entre aire acondicionado y el sistema de calefacción dentro de la edificación o estructura [4].

**Tabla 2.5 Método opcional para calcular los factores de demanda para alimentadores y conductores de entrada de acometida para escuelas**

**Fuente: (COVENIN, 1999)**

<b>Carga conectada en VA por metro cuadrado</b>	<b>Factor de Demanda %</b>
Los primeros 30 VA/metro cuadrado	100
Desde 30 hasta 210 VA/metro cuadrado	75
Más de 210 VA/metro cuadrado	25

## **2.3 PROPIEDADES DE LA LUZ**

Existen distintas teorías del origen de la luz que explican su control a través de distintos fenómenos físicos como son: la reflexión, refracción, transmisión, absorción y difusión, así como también la manera de propagarse a través del espectro electromagnético por medio de ondas, en un rango entre los 380 a 780 nanómetros para ser percibidas por el ojo humano. Por ello es importante tener presente los factores que influyen en una buena iluminación, donde se destacan el color y la visión en la que intervienen términos como lo son el tamaño, el contraste, la luminancia, el tiempo y el deslumbramiento [5].

## **2.4 FOTOMETRIA**

Ciencia que se encarga de la medida de la luz como el brillo percibido por el ojo humano, es decir, la capacidad que tiene el espectro electromagnético de estimular el sistema visual [5]. Entre los conceptos, magnitudes y unidades importantes de la fotometría se tienen:

### **2.4.1 Luminotecnia**

Es la ciencia que estudia las distintas formas de reproducción de la luz, así como su control y aplicación [5].

### **2.4.2 Flujo Luminoso**

Es la potencia en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible [5]. Se mide en Lumen (Lm) y su símbolo es  $\Phi$ .

### 2.4.3 Iluminancia

Es la intensidad del flujo luminoso que incide en determinada superficie. Su símbolo es E y su unidad de medida es el lux (lx). Para medir la iluminancia se requiere de un instrumento llamado luxómetro, el cual detecta el flujo luminoso [5]. Su ecuación es la siguiente:

### 2.4.4 Iluminancia media

Es el valor promedio de los niveles de iluminación (lux) de una superficie iluminada, su símbolo es  $E_m$ . Se obtiene sumando los valores tomados punto por punto en dicha superficie con la ayuda del luxómetro y dividiendo entre la cantidad de puntos medidos [5].

$$E_m = \frac{\sum E_i}{N} \text{ [lx]} \quad (2.4)$$

### 2.4.5 Eficiencia energética

La eficiencia energética (VEEI) se define como el índice que mide que tan eficaz es una instalación en cuanto a la relación consumo-iluminación, teniendo el objetivo de iluminar mejor consumiendo menos electricidad y contribuyendo así a la sustentabilidad ambiental [5].

$$VEEI = \frac{\text{Potencia(lamparas+equipo electrico auxiliar)}}{\text{Superficie iluminada (m}^2\text{)}} * \frac{100}{\text{Iluminacion media (lux)}} \quad (2.5)$$

Los valores límite de eficiencia energética se establece en la siguiente tabla:

**Tabla 2.3 Valores límite de eficiencia energética en iluminación (VEEI)**  
Fuente: (Moreno, 2015)

Zona de Actividad	VEEI Límite
Administrativo en general	3
Aulas y laboratorios	3,5
Zonas comunes en edificios no residenciales	6
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4
Bibliotecas, museos y galería de arte	5
Religioso en general	8

**Tabla 2.3 Continuación. Valores límite de eficiencia energética en iluminación (VEEI)**  
**Fuente: (Moreno, 2015)**

Zona de Actividad	VEEI Límite
Salones de actos, auditorios, y sala de usos múltiples y convenciones	8
Sala de ocio o espectáculos, sala de reuniones y salas de conferencias	8
Habitaciones de hoteles y hostales etc.	10

## 2.5 FUENTES DE LUZ

Como todo objeto capaz de transformar cualquier tipo de energía en luz. Existen dos tipos de fuentes de luz, las naturales como lo es el sol y las artificiales como las lámparas [5].

Las características de las fuentes de luz artificial, se basan en la distribución espectral e intensidad luminosa propia de cada lámpara, así como también su depreciación luminosa, vida media, vida útil y tiempo de encendido [5]. Los tipos de lámparas y sus características se pueden observar en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4 Fuentes de luz usadas en el Seminario San buenaventura de Mérida**  
**Fuente: Autor**

Tipo de Lámparas	Características	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)
Incandescentes	-Buena reproducción del color. - Clasificadas según su uso en lámpara estándar, estándar optimizada y lámpara vela.	15 a 300	270 a 5400
Fluorescentes-Vapor de mercurio baja presión	-Lámparas de descargas en gases a baja presión -Requiere de un balastro para regular la intensidad de corriente -Su vida media es del orden de las 10.000 horas	6 a 80	330 a 6560
Fluorescentes compactas	-Sus tonalidades varían desde el cálido 3000K hasta la luz del día 6.500K -Vida media entre 8.000 y 15.000 horas	3 a 80	240 a 6400
LED	-Dispositivo semiconductor que opera como un diodo común. -Eficiencia lumínica que supera a la lámpara incandescente. -Vida útil de hasta 50.000 horas	Hasta 200	Hasta 230.200

## 2.6 LUMINARIAS

Son todos aquellos aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Además distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o más lámpara [5].

## 2.7 SISTEMAS DE ILUMINACION

Un buen sistema de iluminación brinda seguridad, confort y resalta los elementos que componen un ambiente determinado, es por ello que se hace indispensable contar con este en una institución educativa, que permita a sus estudiantes el buen desenvolvimiento de sus actividades diarias así como también del personal que allí labora. Un óptimo sistema de iluminación se tiene utilizando luminarias y lámparas que proporcionen un nivel adecuado en cada área y que garantice eficiencia energética [5].

### 2.7.1 Métodos de iluminación

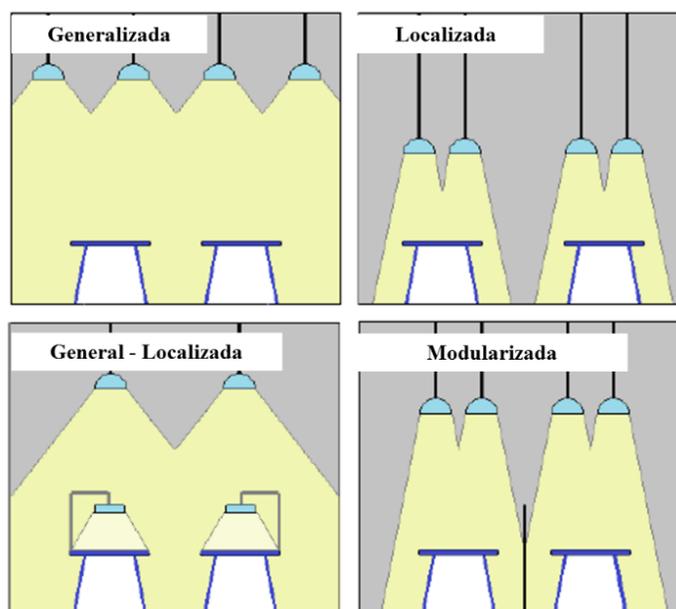
La luz que se reparte en zonas iluminadas de interiores se puede clasificar en los siguientes métodos predominantes según la forma o grado de uniformidad:

*Iluminación general:* Se caracteriza por proporcionar una distribución uniforme sobre todo el área iluminada [5].

*Iluminación Localizada:* Utilizada donde se requiere una iluminación específica para una tarea determinada [5].

*Iluminación general-localizada:* Consiste en focalizar la iluminación cerca de la tarea visual que requiere niveles altos de iluminación para realizar un trabajo concreto. Proporciona una distribución no uniforme de las lámparas [5].

*Iluminación Modularizada:* Se utiliza en áreas donde se requiere el uso de paneles divisorios o muebles de altura considerable [5].



**Figura 2.3 Métodos de iluminación**  
Fuente: (Moreno, 2015)

### 2.7.2 Iluminación en centros educativos

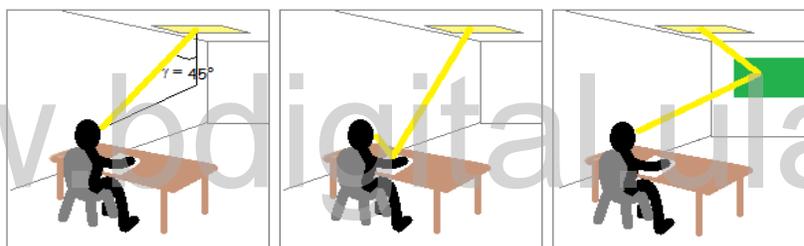
La iluminación a garantizar en Centros Educativos debe ser de calidad para garantizar a estudiantes y profesores, un ambiente agradable y estimulante, con el suficiente confort visual que permita el pleno desarrollo de sus actividades sin demandar sobre ellos un esfuerzo visual. Para el pleno desarrollo de las actividades en los centros educativos se requiere adaptar una serie de factores en la iluminación de tal manera que permita una perfecta visión tanto para los estudiantes como para los profesores, estos son:

- Armonía entre los niveles de iluminación existentes en los espacios ocupados, evitando diferencias significativas a favor de unos u otros.
- Aprovechamiento de la luz proveniente de las ventanas.
- Asegurar una uniformidad horizontal acorde al tipo de actividad realizada.
- Iluminación especial para la pizarra, para evitar brillos y deslumbramientos.
- El color de la luz emitida por las lámparas debe ser la indicada para obtener el máximo aprovechamiento escolar.

### 2.7.3 Clasificación de la Iluminación que se requiere para realizar cierta tarea o función específica.

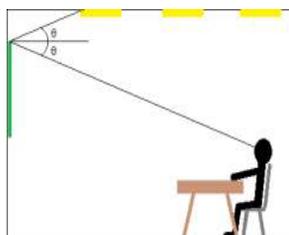
Las aulas destinadas a la enseñanza se clasifican según su actividad, tales como aulas de enseñanza teórica, aulas de enseñanza práctica, aulas para actividades especiales y salón de actos, laboratorios, talleres mecánicos, bibliotecas, gimnasios y canchas deportivas, salas de lectura, piscinas, duchas y aseos, vestíbulos, pasillos, escaleras, oficinas de administración, comedores, cocinas, capillas y sala de actos y cubículos [5].

*Espacios con actividad visual elevada:* Son aquellas aulas de enseñanza práctica, laboratorios, talleres y bibliotecas. Dichas aulas requieren ser iluminadas de manera especial, aprovechando la luz natural y utilizando fuentes de luz con buena reproducción del color [5].



**Figura 2.4 Tipos de deslumbramientos causados en centros educativos**  
Fuente: (Moreno, 2015)

*Espacios con actividad visual normal:* Las aulas son los espacios más comunes dentro de los centros educativos y se caracterizan por ser áreas donde el proyectista debe colocar más atención, debido a que es el lugar donde los alumnos pasan mayor tiempo. La iluminación de las aulas depende de la tarea a realizar en ellas [5].



**Figura 2.5 Correcta posición de la luminaria para iluminar el pizarrón**  
Fuente: (Moreno, 2015)

En áreas como la cocina se puede usar la luz natural, si no es suficiente la iluminación debe ser la adecuada a la tarea a realizar, la luminaria debe tener un elevado grado de estanqueidad, con protectores plásticos que impidan la caída de cristales por la rotura de alguna lámpara [5].

*Espacios con actividad visual baja:* Son áreas en las que los requerimientos visuales no son tan exigentes como en otras zonas ya mencionadas anteriormente. Las actividades que destacan en esta clasificación son los vestíbulos, pasillos, escaleras, comedores cafeterías, aseos, duchas, almacenes, zona de esperas y de paso [5].

**Tabla 2.5 Temperatura del color versus tipo de actividad en centros educativos**  
Fuente: (Moreno, 2015)

<b>Temperatura de color</b>	<b>Tipo de actividad o iluminación</b>
Tonos cálidos < 3.000 K	Entornos decorados con tonos claros - Áreas de descanso Salas de espera - Zonas con usuarios de avanzada edad Áreas de esparcimiento- Bajos niveles de iluminación
Tonos neutros 3.300 – 5.000 K	Lugares con importante aportación de luz natural Tareas visuales de requisitos medios
Tonos fríos > 5.000 K	Entornos decorados con tonos fríos - Altos niveles de iluminación Para enfatizar la impresión técnica - Tareas visuales de alta concentración

La iluminación general con distribución uniforme de las luminarias, se usan en vestíbulos, pasillos, escaleras, comedor, duchas, aseos y almacenes.

La iluminación general-localizada, que permite reforzar la zona de exposición y mejorar la captación de imágenes del observador, impidiendo reflejos, en aulas, aulas de enseñanza práctica, laboratorios, talleres y bibliotecas.

Las lámparas recomendadas para centros educativos son:

- Fluorescente tubulares lineales (T8) de 26 mm de diámetro o (T5) de 16 mm de diámetro.
- Fluorescentes compactas.
- Lámparas de descarga de halogenuros metálicos.
- LED.

**Tabla 2.6 Tipos de luminarias recomendadas en centros educativos**

**Fuente: (Moreno, 2015)**

Luminaria	Descripción de luminarias	Tipo de iluminación
	Luminarias de adosar con celosías especulares o difusa para lámparas fluorescentes lineales, compactas o tubos LED.	Usada en iluminación general con celosías especulares en aulas con ordenador, lectura, áreas administrativas, etc., con celosías difusa en áreas de utilización general
	Luminarias de adosar/suspender con celosías especulares o difusa para lámpara fluorescentes Lineales o tubos LED.	Usada en iluminación general con celosía especulares en aulas con ordenador, lectura, áreas administrativas, etc., con celosías difusa en áreas de utilización general
	Luminaria directa (downlight) de empotrar para lámparas fluorescentes compactas, LED o lámparas de descarga.	Usada en zonas de entrada, cafeterías, pasillos, etc.
	Luminarias con alto grado de Estanqueidad para fluorescentes lineales o tubos LED.	Usada en iluminación general de almacenes, cocinas, archivos, gimnasios etc.
	Luminarias con alto grado de estanqueidad de interior o zonas Cubiertas para lámparas de descarga elipsoidal mate o campanas LED.	Usada en iluminación general de almacenes, talleres, gimnasios y polideportivos etc.
	Luminaria tipo proyector para lámparas de descarga elipsoidal mate y tubular Mate o focos LED.	Usada en iluminación general de zonas deportivas, almacenes, talleres, gimnasios, polideportivos cubiertos, etc.

### 2.7.4 Iluminación en oficinas

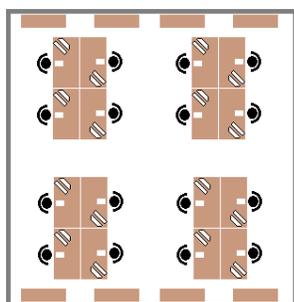
Actualmente las actividades realizadas en las oficinas comprende el uso del computador, junto a este se tienen, las impresoras, plotters, fotocopiadoras. Además de usar los servicios de correo y mensajería, también se envía fax, se realizan reuniones y debates con sofisticados equipos de proyecciones y video-conferencias.

Para elaborar un correcto diseño en el sistema de iluminación del edificio, es importante considerar el tipo de oficina en estudio que se clasifican según su funciones, tales como:

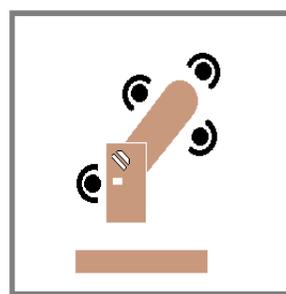
*Oficinas tipo colmena:* Son aquellas donde el trabajo es individual, de procesos sistematicos y de carácter repetitivo. Los empleados tienen tareas claramente definidas, además dispones de autonomía y responsabilidad limitadaa, por lo que la comunicación entre ellos no es un punto esencial. El tiempo de actividad esta entre 8 a 12 horas diarias y se recomienda una iluminación general, general localizada. (Ver figura 2.6) [5].

*Oficinas tipo celdas:* Se caracteriza porque sus empleados desarrollan un trabajo individual con un grado relativamente alto de concentración; el diseño de estas oficinas esta orientado a favorecer la concentración del trabajador. La iluminación recomendada es general-localizada.

El tiempo de actividad es de 5 a 8 horas diarias. (Ver figura 2.7) [5].



**Figura 2.6 Oficina tipo colmena**  
Fuente: (Moreno, 2015)

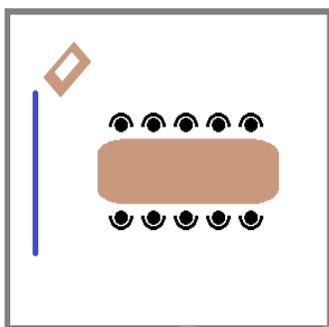


**Figura 2.7 Oficina tipo celda**  
Fuente: (Moreno, 2015)

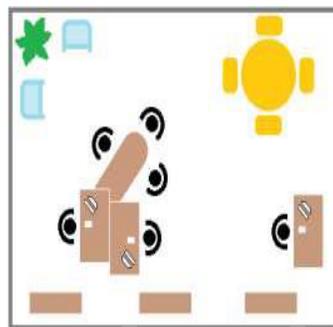
*Oficina tipo reunión:* Las organizaciones de oficinas requieren un área específicamente destinada a la función en reunión; tiene como función primordial la efectiva comunicación entre los integrantes del equipo. Su uso es moderado de 1 a 3 horas diarias. Para este tipo de oficinas

se requiere un estudio detallado según sus necesidades de cada proyecto, con el fin de obtener el mayor beneficio a las salas de reuniones. (Ver figura 2.8) [5].

*Oficina tipo club:* Se caracteriza por la integración de las tareas de comunicación y trabajo de concentración. Los trabajadores presentan una responsabilidad compartida con el rendimiento de su departamento. En otras palabras las oficinas tipo club son una combinación de las oficinas tipo colmena y reunión. Se recomienda una iluminación general-localizada. (Ver figura 2.9) [5].

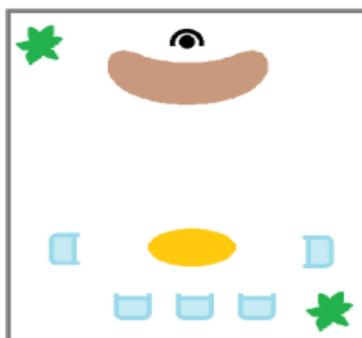


**Figura 2.8 Oficina tipo reunión**  
Fuente: (Moreno, 2015)



**Figura 2.9 Oficina tipo club**  
Fuente: (Moreno, 2015)

*Oficina tipo Lobby:* Se caracteriza por ser un área compartida por todos los empleados de función representativa, que sirve de transporte entre varias salas y departamentos, donde la importancia de la comunicación es escasa. La actividad visual en este tipo de oficinas es baja, en ella se pueden clasificar: los pasillos, vestíbulos, escaleras, comedores, cafeterías, zonas de espera y paso, aseos, bibliotecas y archivos. (Ver figura 2.10) [5].



**Figura 2.10 Oficina tipo Lobby**  
Fuente: (Moreno, 2015)

**Tabla 2.7 Requerimientos técnicos de los tipos de oficinas**

Fuente: (Moreno, 2015)

	Colmena	Celda	Reunión	Club	Lobby
<b>Nivel General (lux)</b>	500 – 1.000	500 – 750	300 – 1.000	300 – 1.000	200 - 500
<b>Temperatura De color (K)</b>	3.000 – 4.000	3.000 – 4.000	2700 – 4.000	2.700 – 4.000	2.700 – 5.300
	Colmena	Celda	Reunión	Club	Lobby
<b>Rendimiento en color</b>	Ra > 80	Ra > 80	Ra > 80	Ra > 80	Ra > 80
<b>Uniformidad</b>	Alta	Moderada	Moderada	Alta	Moderada

## 2.8 NORMA COVENIN 2249-93. ILUMINANCIAS EN TAREAS Y ÁREAS DE TRABAJO

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país también establece los valores de iluminancia media para la obtención de un desempeño visual eficiente, en las diversas áreas de trabajo y para tareas visuales específicas bajo condiciones de iluminación artificial.

**Tabla 2.9 Iluminancias recomendadas de acuerdo a las dependencias del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.**

Fuente: (COVENIN, 1993)

AREA		ILUMINANCIA (lx)			Tipo de iluminación
		Mínima	Media	Máxima	
<b>Comedor</b>	Iluminación para la limpieza	100	150	200	General
	Iluminación durante la comida	100	150	200	General
<b>BIBLIOTECA</b>	Áreas de Lectura	500	750	1.000	Localizada
	Estanterías	200	300	500	Localizada
<b>IGLESIA</b>	Altar, arca y retablo	300	650	1.000	Local
	Coro y presbítero	100	200	300	General

**Tabla 2.9 Continuación Iluminancias recomendadas de acuerdo a las dependencias del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.**

**Fuente: (COVENIN, 1993)**

<b>CONSULTORIO MEDICO</b>	General	200	300	500	General
Habitaciones		200	300	500	Local
Área de lavandería		200	300	500	Local
Salón de clases		500	750	1.000	Localizada
Biblioteca		500	750	1.000	Localizada
Estanterías		200	300	500	Localizada
Salón de música		200	300	500	Localizada
Laboratorios		500	1.500	2.000	Localizada
Mesa de demostración		1.000	1.500	2.000	Localizada
Oficinas		200	300	500	Localizada
Salón de reuniones		100	150	200	General
Sala de conferencia		200	300	500	General
Áreas audiovisuales		200	300		
Sala de espera y Recepción		100	150	200	General
Área de estacionamiento			20		General
Talleres		500	750	1.000	Localizada
Pasillos y Escaleras		100	150	200	General
Baños y Sanitarios públicos		100	150	200	General
Depósito de Lencería		50	55	100	General
Área de Deposito		20	30	50	General
Vestidores		100	150	200	General
Cocina		500	750	1.000	Localizada

Las mediciones de campo, valen únicamente para las condiciones existentes durante las mediciones, es por ello que es importante determinar todas las condiciones ambientales y factores que puedan afectar los resultados, como por ejemplo, la posición de las luminarias, reflectancias de las superficies, tipo y edad de las lámparas, tensión eléctrica e instrumentos de medida [6].

### **Procedimiento para determinar la iluminancia media general existente según la norma COVENIN 2249-93**

- 1) Se divide el área o superficie en la cual se va a evaluar la iluminancia, en sectores preferiblemente iguales cuya dimensión mayor no deberá exceder de 0,6 m en áreas interiores y 3 m en áreas exteriores.
- 2) Se energiza la instalación, se deja funcionar 30 minutos, y se deja tiempo suficiente de 5 a 10 min para la estabilización del instrumento a la iluminancia existente.
- 3) Con el luxómetro se mide la iluminancia en el centro de cada una de las áreas unitarias o puntos definidos, en la altura del plano de trabajo que corresponda.
- 4) Durante la medición se verifica que la superficie receptora de la fotocélula del instrumento este horizontal, vertical o en plano intermedio que corresponde a la medición requerida.
- 5) Se calcula la iluminancia media, como una media ponderada en las áreas.

## **2.9 SISTEMA ELÉCTRICO DE EMERGENCIA**

Los sistemas de emergencia tienen la función de proporcionar suministro de potencia cuando el sistema normal de alimentación se pierde. Se debe proporcionar potencia de alumbrado, alumbrado de señalización y cualquier otra carga designada como indispensable y de seguridad [7].

El tiempo de transferencia de la conexión normal a emergencia, no debe exceder a 10 segundos.

Existen básicamente cinco métodos de proporcionar sistemas de emergencia que son: a base de baterías, con grupos primo motor-generator (planta de emergencia), servicios separados, conexión anticipada a la del servicio principal, equipo unitario [7].

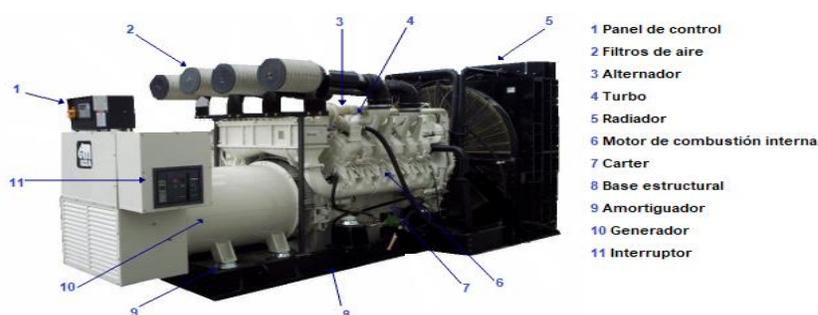
### **2.9.1 Planta eléctrica de Emergencia**

También llamada grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de electricidad por medio de un motor de combustión interna. Cuando se habla de plantas de emergencia se

refiere a un dispositivo eléctrico que es capaz de convertir la energía mecánica en energía eléctrica. En su gran mayoría utiliza un combustible para su correcto funcionamiento, y los más comunes son: gasolina, diésel o gas. Este tipo de elementos sirven para mantener un continuo funcionamiento de determinadas actividades ya sea en hospitales, centros educativos o industrias.

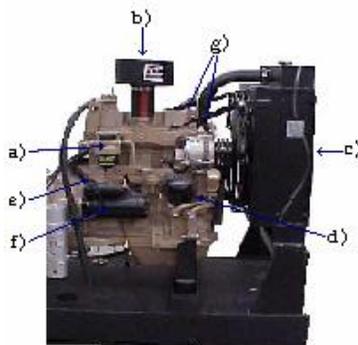
### *Partes de una planta eléctrica*

Una planta eléctrica está compuesta por las siguientes partes:



**Figura 2.11 Partes de una planta eléctrica**  
 Fuente: Manual de operación y mantenimiento IGSA

*El Motor:* Es una de las dos piezas más importantes de la planta eléctrica, su misión es producir la potencia que haga falta para mover el alternador que se ocupará de generar la energía eléctrica [8]. El motor de combustión interna puede ser de inyección mecánica o electrónica y está compuesto de varios sistemas que son, sistema de combustible, sistema de admisión de aire, sistema de enfriamiento, sistema de lubricación, sistema eléctrico, sistema de arranque y sistema de protección.



**Figura 2.12 Sistemas que componen el motor de una planta eléctrica**  
 Fuente: Manual de operación y mantenimiento IGSA

*Generador:* Componente más importante de las plantas eléctrica su misión es transformar la energía mecánica del motor en energía eléctrica [8].

*Panel de control:* Es el elemento que nos permite controlar el equipo y su funcionamiento. Este componente de la planta varía según las exigencias de cada aplicación. Siendo un equipo de arranque automático aquél que para su funcionamiento no necesita de la intervención de personas, este arrancara la planta eléctrica de manera autónoma. La unidad de transferencia puede ser cualquiera de las que se mencionan, según la capacidad de la planta eléctrica: contactores electromagnéticos, interruptores termomagnéticos o interruptores electromagnéticos [8].

### **2.9.2 Tipos de plantas de emergencia.**

Dentro de los tipos de plantas de emergencia se tienen los siguientes con sus características.

*Generador eléctrico a gas:* Las plantas de gas, pueden emplear tanto gas comprimido natural como gas LP (licuado del petróleo) para darle electricidad a toda una casa, negocio o industria [9]. Las características son las siguientes:

1. El combustible empleado (gas o gas LP) es más económico en comparación con otros combustibles no renovables.
2. Los niveles de emisión o cantidad de contaminación son menores respecto a los demás combustibles.
3. Pueden ser instalados en cualquier zona que tenga un constante suministro del servicio de gas y en hogares y empresas de cualquier tamaño.
4. Son generadores silenciosos de menor consumo de combustible.

*Generador eléctrico de diésel:* Los generadores eléctricos de diésel se manejan bajo un regulador isócrona que se encarga del control y regulación de velocidades o frecuencias para una respuesta de carga inmediata y precisa, así como también una regulación de voltaje. Están disponibles en monofásico y trifásico (una y tres fases) [9]. Sus características son:

1. Una de las mayores ventajas que poseen este tipo de planta de emergencia, es su portabilidad y facilidad al acceso del combustible.
2. Los costos de mantenimientos son más bajos que aquellos generadores de funcionamiento continuo a diésel.
3. Menor inflamabilidad por parte del diésel respecto a otro tipo de combustibles.

*Plantas eléctricas industriales:* En términos industriales, la energía representa productividad y sin ella, es sinónimo de pérdida [9].

Trabajar de forma ininterrumpida y sin problemas en el proceso de producción evitará inconvenientes y problemas catastróficos para tu negocio [9].

Hacer la diferencia entre toda la competencia y mantener las operaciones previniendo perjuicios a raíz de la falta de electricidad, es la principal función de una planta de emergencia industrial [9]. Pueden ser generadores industriales con la quema de combustible, generalmente diésel y también hay versiones de plantas de emergencia trifásicas a gas. Se caracterizan por:

1. Se utilizan tanto en trabajo continuo como de emergencia.
2. Ante su gran tamaño, se adaptan remolques para su transporte.

*Generadores portátiles:* Este tipo de generadores, como su nombre lo indica, brindan una mayor facilidad en cuanto al traslado gracias a su adecuado tamaño y su bien elaborada estructura ,que las hace movibles por la adaptación de ruedas antipinchazos para una movilidad más fiable [9].

Las características son las siguientes:

1. Planta eléctrica de fácil traslado.
2. Motor OHV (overhead valve) o de válvulas de cabeza.
3. Lubricación incorporada por inmersión, proporcionando una larga vida útil.

### **2.9.3 Forma de operación de las plantas eléctricas.**

Las plantas eléctricas de emergencia pueden funcionar de dos modalidades:

- Operación automática
- Operación manual

*Operación automática:* Se dice que una planta es automática cuando opera por sí sola, realizando cinco funciones: a) Arrancar b) Proteger c) Transferir carga d) Retransferir carga e) Paro [9].

Solo requiere de supervisión y mantenimiento preventivo. Son utilizadas en industrias, centros comerciales, hospitales, hoteles, aeropuertos, etc. Primero tenemos que verificar que los selectores de control maestro deben estar colocados en posición de automática. El control maestro es una tarjeta electrónica que se encarga de controlar y proteger el motor de la planta eléctrica. En segundo término, en caso de fallar la energía normal suministrada por la compañía de servicios eléctricos, la planta arrancará de 3 a 5 segundos después del corte del fluido eléctrico. Luego la energía eléctrica generada por la planta es conducida a los diferentes circuitos del sistema de emergencia a través del panel de transferencia, a esta operación se la conoce como transferencia de energía. Por último después de 25 segundos de normalizado el servicio de energía eléctrica de la compañía suministradora, automáticamente se realiza la transferencia, la carga es alimentada nuevamente por la energía eléctrica del servicio normal, quedando aproximadamente 3 minutos encendida la planta para enfriar el motor, el apagado del equipo es automático [9].

*Operación manual:* Son aquellas que requieren para su operación la operación manualmente por medio de un interruptor para arrancar o parar dicha planta. Normalmente estas se utilizan en aquellos lugares donde no existe alimentación por parte de alguna Compañía Suministradora y pueden ser: aserraderos, ranchos, etc.

También se utilizan en lugares donde la falta de energía puede permanecer durante algunos minutos, mientras una persona acude al lugar donde está instalada la planta para arrancarla y hacer manualmente la transferencia. Se dice que una planta es manual cuando solo protege [9].

**Tabla 2.10 Valores comerciales para motores de combustión de plantas eléctricas de emergencia (Diésel).**

**Fuente: (Harper, 1994)**

Potencia Generador (KW)	Potencia del Motor (HP)	Velocidad (rpm)	Numero de Cilindros
75	112	1.800	4
100	115	1.800	6

**Tabla 2.10 Continuación Valores comerciales para motores de combustión de plantas eléctricas de emergencia (Diésel).**

**Fuente: (Harper, 1994)**

<b>Potencia Generador (KW)</b>	<b>Potencia del Motor (HP)</b>	<b>Velocidad (rpm)</b>	<b>Numero de Cilindros</b>
125	202	1.800	6
150	235	1.800	8
200	315	1.800	6
250	505	1.800	6
350	660	1.800	8
400	790	1.800	8
600	1190	1.800	12
900	1570	1.800	16

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

# **CAPÍTULO III**

## **ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO Y ANALISIS DE DEMANDA ELECTRICA DEL SEMINARIO.**

En este capítulo se abordará todo lo concerniente con el estado actual del sistema de alumbrado con el que cuenta cada una de las áreas del Seminario San Buenaventura de Mérida, así como también las especificaciones técnicas tanto del tipo de luminarias instaladas, cantidad de las mismas y valores medidos de luminancia media. A su vez la descripción de un censo de carga y densidad de carga realizado con el fin de determinar toda la demanda eléctrica instalada con la que cuenta la institución.

Para la elaboración de este estudio fue necesaria la intervención de un equipo de medición, un luxómetro digital, que permite obtener los valores de iluminación media presentes en cada espacio, el funcionamiento del mismo consiste en una célula fotoeléctrica que capta la luz, la convierte en impulsos eléctricos y los representa mediante números en un display o marcando la medición con una aguja, dependiendo si el instrumento es analógico o digital, su unidad de medida es el lux.

El procedimiento que se realizó para la medición de los niveles de lux consistió en realizar una malla de punto en cada área a evaluar, con una distancia entre puntos de 50 cm, ubicando el luxómetro a una altura de 80 cm aproximadamente con el sensor de luz hacia arriba, recorriendo cada uno de los puntos especificados en la malla y evitando generar sombras sobre la célula fotoeléctrica para así no obtener resultados erróneos.

Una vez obtenidas las mediciones en cada espacio de la institución, se procede a utilizar la ecuación (2.4) para determinar la iluminancia media de la misma y con ello, realizar una tabla con otros datos importantes como fecha y hora en la que se tomaron las medidas, color de pared

piso y techo, tipo de luminarias instaladas, cantidad de las mismas y lámparas en funcionamiento. Los valores de iluminancia media se comparan con los de la norma COVENIN 2249-93 para verificar el cumplimiento de esta. Por otra parte, para determinar la carga existente en el Seminario San Buenaventura se realizó la estimación de la demanda mediante los métodos de censo de carga y densidad de carga establecidos en la norma COVENIN, el primero hace referencia a la potencia que consumen los equipos que se encuentran en la institución y a sus factores de demanda, mientras que el último se refiere a la cantidad de carga instalada por m<sup>2</sup>.

### 3.1 CAPILLAS

La institución en estudio cuenta con tres lugares de oración llamados capillas, 2 auxiliares de 24,6 m<sup>2</sup> (Figura 3.1b) y 92,71 m<sup>2</sup> (Figura 3.1c) respectivamente y una capilla principal de 343,97 m<sup>2</sup> (Figura 3.1a) que según la norma COVENIN 2249-93 deben tener cierto nivel de iluminación según la utilización de su espacio, altar arca y retablo debe tener una iluminación localizada mínima de 300lx y máxima de 1000lx por su parte el coro y presbítero debe tener una general mínima de 100lx y máxima de 300lx como se muestra en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Característica de medición de las capillas del Seminario San Buenaventura Del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Espacio	Fecha hora	Color pared Piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Capilla principal	04/02/20 08:40am	Azul Claro Granito Blanco	3 de 10x40 W	Tipo vela	28	223	1.033,24	300-1.000
			3 de 20x40 W	Tipo vela	56			
			3 de 1x20 W	Reflector LED	2			
Capilla principal (coro)	04/02/20 08:45am	Azul Claro Granito Blanco	1 de 1x20 W	Reflector LED	0	28	297,31	100-300
Capilla auxiliar 1	28/01/20 10:38am	Beige Granito Blanco	2 de 1x14 W.	Fluorescente compacta	2	18	50,22	300-1000
Capilla auxiliar 2	28/01/20 12:00pm	Blanca Granito Blanco	15 de 1x15 W	Lámparas LED	13	56	381,03	300-1000



**Figura 3.1a Capilla Principal**  
Fuente: Autor



**Figura 3.1b Capilla Auxiliar 1**  
Fuente: Autor



**Figura 3.1c Capilla Auxiliar 2**  
Fuente: Autor

En la tabla 3.1 se tiene que para la capilla principal la iluminación cuenta en su mayoría con 3 luminarias de 10 lámparas tipo vela de 40 W y 20 W lámparas tipo vela de 40W también 3 reflectores led de 1x20 W, que aunque no están todas en funcionamiento, los niveles de iluminación cumplen con los requeridos por la norma gracias a sus grandes ventanales que permiten la entrada de la luz natural. Por otra parte la capilla auxiliar 1 cuenta con 2 lámparas de tipo fluorescente compacta de 4 W las cuales dejan en déficit los niveles de iluminación comparados con la norma. La Capilla auxiliar 2 cuenta con un sistema de alumbrado más actualizado a las tecnologías actuales, cuenta con 15 lámparas LED colgantes de 15 W, que se ajustan con los niveles de luminancia recomendados por la norma COVENIN 2249-93.

### 3.2 AULAS

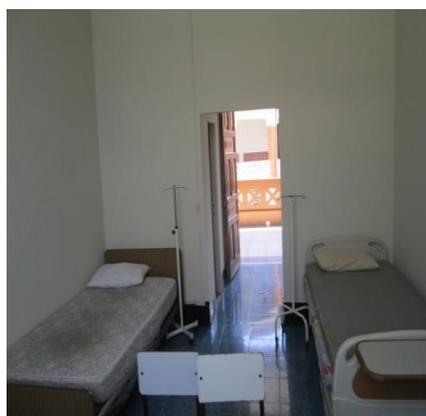
Espacios utilizados para realizar actividades académicas y obtener a partir de allí los conocimientos necesarios para alcanzar un propósito (ver figura 3.2a, 3.2b y 3.2c). Son parte fundamental de la institución ya que en ellas se formaran los nuevos sacerdotes que seguirán impartiendo la religión católica en nuestra sociedad, es por ello que estas áreas deben tener una iluminación adecuada y brindar confort a quienes hacen vida estudiantil dentro de ellas.



**Figura 3.2a Aula 1 Seminario San Buenaventura de Mérida**  
Fuente: Autor



**Figura 3.2b Aula 2**  
Fuente: Autor



**Figura3.2c Enfermería**  
Fuente: Autor

En la tabla 3.2 se muestran las mediciones realizadas y los niveles de iluminación requeridos por las aulas.

**Tabla 3.2 Característica de medición de las aulas del Seminario San Buenaventura  
Del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Espacio	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Aula 1	28/01/20 10:23am	Beige Granito Blanco	4 de 2x40 W	Fluorescente lineal	1	34	183,5	500- 1.000
Aula 2	28/01/20 10:58m	Beige Granito Blanco	4 de 2x40 W	Fluorescente lineal	4	34	226,17	500- 1.000
Aula 3	28/01/20 1:02pm	Beige Granito Blanco	4de 2x40 W	Fluorescente lineal	2	41	354,22	500- 1.000
Aula 4	28/02/20 1:05pm	Beige Granito Blanco	4 de 2x40 W	Fluorescente lineal	2	40	225,4	500- 1.000
Aula 5	28/01/20 11:51am	Beige Granito Blanco	4 de 2x40 W	Fluorescente lineal	5	34	128,8	500- 1.000
Aula 6	28/01/20 10:28am	Beige Granito Blanco	2 de 2x40 W	Fluorescente lineal	2	30	185,47	500- 1.000
Aula 7	28/01/20 10:31am	Beige Granito Blanco	2 de 2x40 W	Fluorescente lineal	2	29	297,31	500- 1.000
Aula 8	28/01/20 1:08pm	Beige Granito Blanco	2de 2x40 W	Fluorescente lineal	0	42	91,95	500- 1.000
Estudio	28/01/20 12:40 pm	Blanco Granito Blanco	9 de 4x40 W	Fluorescente lineal	9	66	424,31	500- 1.000
Salón de música 1 (nivel planta baja)	28/01/20 12:40pm	Verde y Marrón Granito Blanco	1 de 2x40 W 1de 1x18W	Fluorescente lineal Fluorescente compacta	0  1	38	244,76	200-500
Salón de música 2 (nivel planta profesores)	04/02/20 10:25am	Beige Granito Blanco	3 de 2x40 W 1 de 1x32 W	Fluorescente lineal Fluorescente circular	6  1	40	328,8	200-500

**Tabla 3.2 Continuación Característica de medición de las aulas del Seminario San Buenaventura Del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Espacio	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Salón de tv padres	04/02/20 9:53am	Beige Granito Blanco	1 de 1x70 W 1 de 3x8 W	Fluorescente compacta Fluorescente compacta	1 2	21	130,61	200-300
Salón de recreación 1 nivel sótano	24/01/20 12:30pm	Blanco Gris Blanco	4 de 1x23 W 1 de 1x40 W	Fluorescente compacta Fluorescente lineal	3 1	96	189,59	200-500
Salón de redes	04/02/20 11:10pm	Beige Granito Beige	2 de 1x20 W	Fluorescente lineal	2	5	145	200-500
Salón deportes nivel planta 3	04/02/20 11:30pm	Blanca Rojo Rojo	4 de 1x18 W	Fluorescente compacta	1	52	276,3	200-500
Salón de recreación 2 nivel planta 3	04/02/20 11:35pm	Beige Rojo Rojo	4 de 1x18 W	Fluorescente compacta	1	25	324,58	200-500
Salón de recreación 3 nivel planta 3	04/02/20 11:39pm	Beige Rojo Rojo	4 de 1 x18 W	Fluorescente compacta	1	25	414.8	200-500
Enfermería	28/01/20 12:55pm	Beige Azul Blanco	1 de 2x40 W 1 de 1x20 W	Fluorescente lineal Fluorescente lineal	1 0	17	467,52	200-500
Taller	24/01/20 12:43pm	Blanco Gris Blanco	3 de 2x40 W	Fluorescente lineal	1	17	220	500-1.000

De los datos obtenidos en la tabla 3.2 las lámparas con más presencia dentro de las aulas son fluorescentes lineales de 20 W y 40 W así como circulares de 32 W y fluorescente compacta de 8 W, 18 W y 23 W. Los sistemas de iluminación dentro de las aulas se encuentran en un gran

deterioro debido a la falta de lámparas en funcionamiento. Las aulas poseen una iluminancia media por debajo del rango recomendado por la norma, lo que crea la necesidad de implementar un nuevo sistema de iluminación para el buen desenvolvimiento de las actividades de sus estudiantes.

### 3.3 BIBLIOTECA

Utilizada por los estudiantes y profesores para consultar libros, por contar esta con una gran cantidad de referencias bibliográficas de la iglesia católica, así como también tener acceso a internet para la búsqueda de cualquier información de índole académico (ver figura 3.3a) .

Para la comparación de los valores obtenidos con las mediciones y los requeridos por la norma se tienen la tabla 3.3.

**Tabla 3.3 Característica de medición de la Biblioteca del Seminario San Buenaventura Del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Espacio	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Biblioteca (sala de lectura)	28/01/20 11:06am	Beige Granito Blanco	12 de 2x40 W 2 de 3x32 W	Fluorescente lineal Fluorescente lineal	9 0	73	458,71	500-1.000
Biblioteca (estantería)	28/01/20 11:15am	Beige Granito Blanco	4 de 2x40 W 4 de 2x75 W	Fluorescente lineal Fluorescente lineal	4 4	28	104,57	200-500



**Figura 3.3a Biblioteca**  
**Fuente: Autor**



**Figura3.3b Estantería**  
**Fuente: Autor**

En la tabla 3.3 se puede observar que las lámparas con la que cuenta la biblioteca son fluorescentes lineales de 32 W, 40 W y 56 W. Además, los niveles de iluminación de la biblioteca en el área de lectura no cumplen con los valores establecidos por la norma, teniendo en cuenta que gran parte de la iluminación con la que cuenta el espacio es proporcionado por la luz natural que permiten sus grandes ventanales.

### 3.4 SALONES DE REUNIONES

Destinados a la realización de reuniones de determinados grupos de trabajo (ver figuras 3.4a, 3.4b y 3.4c), se encuentran distribuidos por todo el edificio del seminario, equipados con mobiliaria y en algunos casos televisores. Los valores requeridos de iluminancia recomendada para estos salones se presentan en la tabla 3.4.



**Figura 3.4a** Salón de visitas  
**Fuente:** Autor



**Figura 3.4b** Salón de trofeos  
**Fuente:** Autor



**Figura 3.4c** Salón del Clero  
**Fuente:** Autor

**Tabla 3.4 Característica de medición de los salones de reuniones del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Área	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Salón de visitas	28/01/20 09:39am	Beige Granito Blanco	2 de 2x40 W	Fluorescente lineal	2	28	139,5	100-200
Salón de trofeos	28/01/20 10:45m	Beige Granito Blanco	3 de 2x40 W	Fluorescente lineal	4	43	232,63	100-200
Salón del clero	04/02/20 08:40am	Beige y Marrón Gris Blanco	6 de 4x18 W	Fluorescente compacta	24	135	103,36	100-200

Con los valores de luminancia media de la tabla 3.4 se puede evidenciar que la iluminación en todos los salones de reuniones está por encima del valor mínimo requerido por la norma, y las lámparas con las que cuentan son tubos fluorescentes lineales de 40 W y fluorescentes compactas de 18 W.

### 3.5 SALÓN DE USO PROTOCOLAR

Es utilizado para realizar actividades religiosas y culturales dentro de la casa de estudio; se encuentra constituido por pintura de óleo y cuadros de personajes representativos (ver figura 3.5) para la iglesia católica en sus paredes de interior. Las características de iluminación de esta área de la institución se presentan en la tabla 3.5.



**Figura 3.5a Auditorio.**

**Fuente: Autor**

**Tabla 3.5 Característica de medición del salón protocolar del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Área	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Auditorio	28/01/2012:10pm	Blanco gris Blanco	8 de 1x18 W 8 de 1x40 W 2 de 9x60 W 1 de 2x20 W	Fluorescente compacta Tipo Vela Bombillo Incandescente e Reflector LED	7 4 16 2	42	205	500-1.000

La tabla 3.5 muestra las lámparas con las que cuenta la iluminación del auditorio son fluorescentes compactas de 18W en sus laterales reflectores de bombillos tipo vela de 40W para la parte de asientos y en el escenario reflectores led de 20W así como bombillos incandescentes de 60W, los cuales no son suficientes para alcanzar la iluminación recomendada por la norma para este tipo de espacios.

### 3.6 ÁREAS DE SERVICIO

Por ser esta institución educativa de carácter interno, cuenta con muchas áreas destinadas a los servicios de comedor (ver figura 3.6a), cocina (ver figura 3.6b) y depósitos de utilería así como de alimentos donde se concentra la mayor parte de la carga eléctrica de todo el edificio por contar estos con mobiliaria de línea blanca como lavadoras, secadoras, microondas, campanas eléctricas, calentadores eléctricos y cuartos fríos de refrigeración y congelación.

Los niveles de iluminación requeridos y el estado del sistema de iluminación se presentan en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6 Característica de las áreas de servicio del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Área	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipos de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Lavandería nivel sótano	24/01/20 09:49 am	Blanco Gris Blanco	4 de 1x14W 1 de 1x23W	Fluorescente compacta Fluorescente compacta	0 1	20	1342,5	200-500
Depósito de lencería	24/01/20 11:15 am	Beige Gris Blanco	3 de 1x 60W	Incandescente convencional	1	15	572,27	50-100
Lavaderos nivel planta baja	24/01/20 09:20 am	Blanco (media pared) Gris Blanco	3 de 1x 60W	Incandescente convencional	1	20	3514,5	200-500
Lavandería nivel planta baja	24/01/20 10:29 am	Beige Beige Blanco	2 de 1x 60 W	Incandescente convencional	0	12	781,17	200-500
Zona de descarga	24/01/20 10:00 am	Blanco Gris Blanco	2 de 1x14W	Fluorescente compacta	2	11	138,46	100-200
Deposito patio	24/01/20 10:05 am	Blanco Gris Marrón	1 de 1x14W	Fluorescente compacta	1	12	9,25	100-200
Deposito interno nivel planta baja	24/01/20 10:25 am	Verde Agua Beige Blanco	1 de 8x 14W	Fluorescente compacta	2	13	65,46	100-200
Comedor de personal	24/01/20 11:30 am	Blanco y Verde Beige Blanco	2 de 2x14W 1 de 3x14W	Fluorescente compacta Fluorescente compacta	2 2	24	77,3	100-200
Lavamanos	24/01/20 11:55 am	Blanco Gris Blanco	2 de 1x18w	Fluorescente compacta	1	14	19	100-200

**Tabla 3.6 Continuación. Característica de las áreas de servicio del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Área	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipos de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Vestidores	24/01/20 11:59 am	Blanco Gris Blanco	1 de 1x32 w	Fluorescente circular	0	19	389,47	100-200
Depósito de utensilios de cocina 1	24/01/20 11:59 am	Beige Granito Blanco	1 de 1x60 w	IncanDESCENTE conven- cional	1	4	87,75	100-200
Depósito de utensilios de cocina 2	24/01/20 12:03 am	Beige Granito Blanco	2 de 1x18 W  1de 2x40 W	Fluores- cente compacta Fluores- cente Lineal	0  2	17	57,65	100-200
Cocina	24/01/20 12:05 am	Gris Granito Beige	7 de 2x40 W	Fluores- cente Lineal	7	35	506,1	500-1000
Comedor sacerdotes	24/01/20 12:15 am	½ Blanca y ½ Marron Granito Blanco	1 de 3x18 W 3 de 1x18 W	Fluores- centes compac- tas	3  2	49	524,92	100-200
Comedor	24/01/20 12:20 am	½ Blanca y ½ Marrón Granito Blanco	5 de 1x18 W	Fluores- cente compacta	3	78	777,33	100-200
Cafetín	24/01/20 12:40 am	Verde claro Gris Blanco	1 de 1x40 W	Fluores- cente Lineal	1	10	69,3	100-200
Baño sótano	24/01/20 12:50 am	Blanco Granito Blanco	11 de 1x20 W	Fluores- centes compacta	8	43	122,39	100-200
Comedor menores	24/01/20 12:59 pm	Beige Granito Blanco	16 de 1x18 W	Fluores- centes compacta	3	88	249	100-200

**Tabla 3.6 Continuación. Característica de las áreas de servicio del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Área	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipos de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Cuarto de congelación	24/01/20 1:05 pm	Blanco Gris Blanco	2 de 1x20 W	Fluorescentes compacta	2	17	18,41	100-200
Dispensa	24/01/20 1:10pm	Blanco Gris Blanco	2 de 1x20 W	Fluorescentes compacta	2	5	452	100-200
Cuarto de lavado (hab. 1 y2) nivel planta baja	28/01/20 12:35pm	Naranja Blanco Marrón	2 de 1x18 W	Fluorescentes compacta	1	19	1258	100-200



**Figura 3.6a Comedor**  
**Fuente: Autor**



**Figura 3.6b Cocina**  
**Fuente: Autor**

De los datos obtenidos en la tabla 3.6 se observa que la mayoría de las lámparas con las que cuentan las áreas de servicio del seminario son fluorescente compactas de 18 W y 20 W así como tubos lineales fluorescentes de 40 W, por su parte la iluminación en la mayoría de los espacios supera los niveles máximos requeridos en la norma COVENIN 2249-93.

### 3.7 OFICINAS

El edificio del seminario por ser de índole educativo no cuenta con muchas oficinas, en ellas se llevan a cabo determinadas actividades indispensables para el funcionamiento de la institución, están constituidas en su interior por mueblería de oficinas, equipos de computación e impresión (ver figuras 3.a, 3.7b y 3.7c). Los valores de iluminación requeridos para este tipo de áreas según la norma a COVENIN 2249-93 son las siguientes: iluminancia máxima es de 500 lx, iluminancia media 300 lx e iluminancia mínima 200 lx tal como se muestran en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7 Característica de las oficinas del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**  
Fuente: Autor

Oficina	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Recepción	28/01/20 01:13pm	Beige Granito Blanco	1 de 2x40 W 1 de 3x18 W	Fluorescente lineal Fluorescente compacta	1 1	14	544,28	100-200
Secretaria	28/01/20 01:20pm	Beige Granito Blanco	2 de 2x40 W	Fluorescente lineal	4	30	124,32	500-1.000
Dirección	28/01/20 01:22pm	Beige Azul claro Blanco	1 de 2x40 W 1 de 1x40 W	Fluorescente lineal Fluorescente lineal	0 1	26	144,64	500-1.000
Oficina vicerrector	28/01/20 01:30pm	Verde Claro Granito Blanco	3 de 2x32 W	Fluorescente lineal	6	30	184,32	500-1.000
Oficina rectoral	28/01/20 01:45pm	Blanco Granito Blanco	1 de 2x40 W	Fluorescente lineal	1	30	288,34	500-1.000
Dirección de estudio	04/02/20 08:40am	Azul Claro Granito Marrón	3 de 2x32W 1 de 1x32 W	Fluorescente lineal Fluorescente lineal	3	20	194,84	500-1.000



**Figura 3.7a Oficina Vicerector**  
**Fuente: Autor**



**Figura 3.7b Oficina de dirección**  
**Fuente: Autor**

Según la tabla 3.7 la iluminación de las oficinas del seminario cuenta con lámparas de tipo tubo lineal fluorescente de 32W Y 40W en su gran mayoría, las cuales no brindan a estos espacios los niveles de iluminación requeridos por la norma.

### 3.8 PASILLOS

Son áreas de altamente transitadas por los empleados y estudiantes del edificio (ver figura 3,8a, 3,8b y 3.8c). La norma COVENIN 2249-93 recomienda para dichas áreas es una iluminancia mínima de 100 lx, iluminancia media de 150 lx y máxima de 200 lx tal como se presentan en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8 Característica de los pasillos del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**  
**Fuente: Autor**

Espacio	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de Lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel sótano (deposito)	24/01/20 10:20 am	Blanco Gris Blanco	1 de 1x40W 1 de 1x14W 1 de 1x20W	Fluorescente lineal Fluorescente compacta Fluorescente compacta	1	31	235	100-200
Nivel sótano ( dispensa)	24/01/20 11:25 am	Blanco y Marrón Granito Blanco	1 de 23W	Fluorescente compacta	1	8	43	100-200

**Tabla 3.8 Continuación. Característica de los pasillos del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Espacio	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel planta baja (visitas)	28/01/20 09:45 am	Beige Granito Blanco	5 de 1x14 W	Fluorescente compacta	3	76	972,53	100-200
Nivel planta baja (auditorio)	28/01/20 10:00 am	Beige Granito Blanco	4 de 1x14 W	Fluorescente compacta	3	47	25896	100-200
Nivel planta baja (biblioteca)	28/01/20 10:10 am	Beige Granito Blanco	9 de 1x18W 2 de 1x40 W	Fluorescente compacta Fluorescente lineal	8 1	160	1218,7 9	100-200
Nivel planta baja (auditorio)	28/01/20 11:22 am	Beige Granito Blanco	3 de 1x14 W	Fluorescente compacta	3	47	2482,7	100-200
Nivel planta baja (auditorio)	28/01/20 11:53 am	Beige Granito Blanco	5 de 1x14 W	Fluorescente compacta	4	50	725,5	100-200
Nivel planta baja (hall de entrada)	28/01/20 11:39 am	Beige Granito Blanco	3 de 5x14 W	Fluorescente compacta	15	54	162	100-200
Nivel planta baja (secretaria)	28/01/20 11:47 am	Beige Granito Blanco	5 de 1x14 W	Fluorescente compacta	4	38	2482,7	100-200
Nivel planta baja (entrada)	28/01/20 01:15 pm	Beige Granito Marrón	3 de 2x32 W	Fluorescente circular	2	10	1601,8	100-200
Nivel planta profesores (capilla)	04/02/20 09:44 am	Blanco Granito Marrón	5 de 1x14 W	Fluorescente compacta	3	24	2258,5	100-200
Nivel planta profesores (habitaciones)	04/02/20 09:48am	Blanco Granito Marrón	5 de 1x14W	Fluorescente compacta	5	38	232,5	100-200
Nivel planta profesores (capilla)	04/02/20 09:51am	Blanco Granito Marrón	6 de 2x40W	Fluorescente lineal	3	53	189,28	100-200

**Tabla 3.8 Continuación. Característica de los pasillos del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Espacio	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel planta profesores (salón tv padres)	04/02/20 09:51am	Blanco Granito Marrón	4 de 1x14 W	Fluorescente compacta	2	30	223,4	100-200
Nivel planta profesores (capilla)	04/02/20 10:00am	Blanco Granito Marrón	7 de 1X20 W	Fluorescente compacta	5	43	254,7	100-200
Nivel planta profesores (salón de juegos)	04/02/20 10:30am	Blanco Granito Marrón	4 de 1x20 W	Fluorescente compacta	4	18	453,32	100-200
Nivel planta profesores (habitaciones)	04/02/20 10:35am	Blanco Granito Marrón	3 de 1x20 W 1 de 1x40 W	Fluorescente compacta	3 1	18	97,32	100-200
Nivel Planta Profesores (Habitaciones)	04/02/20 10:40am	Blanco Granito Marrón	3 de 1x40 W	Fluorescente lineal	3	20	104,7	100-200
Nivel Planta habitación (Habitaciones)	04/02/20 11:05am	Beige gris Rojo	5 de 1x60W	Incan-des-cente convencional	5	14	92,4	100-200
Nivel Planta habitación (sala de recibo)	04/02/20 11:08am	Beige gris Rojo	2 de 1x20 W	Fluorescente compacta	1	48	188,2	100-200



**Figura 3.8a Pasillo nivel PB (salón visitas)**

**Fuente: Autor**



**Figura3.8b Hall de entrada nivel PB**

**Fuente: Autor**

En la tabla 3.8 se evidencia que los pasillos de la institución cuentan con un sistema de iluminación conformado por bombillos ahorradores de 14 W, 18 W y 20 W, lámparas fluorescentes circulares y lineales de 32 W y 40 W respectivamente, en su mayoría llegan a los niveles requeridos por la norma por poseer gran cantidad de iluminación natural.

### 3.9 DORMITORIOS

Las instalaciones del seminario cuentan con una gran cantidad de habitaciones para la pernocta sus estudiantes, así como para prestar hospedaje a visitantes de otros estados que vienen a actividades propias de la iglesia católica, (retiros espirituales, coros, grupos juveniles, grupos de monaguillos, entre otros) (ver figura 3.8a y 3.8b). Estas áreas algunas de ellas extensas, deben contar con niveles de iluminación según norma de 200lx a 500lx, como se muestra en la tabla 3.9 para brindar un confort visual tanto a sus estudiantes como a visitantes.

**Tabla 3.9. Característica de los dormitorios del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

Fuente: Autor

Espacio	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Habitación 1 nivel planta baja	28/01/20 12:31 am	Blanco Gris Marrón	1 de 2x18 W 1 de 1x18 W	Fluorescente compacta Fluorescente compacta	1  1	30	186,8	200-500
Habitación 2 nivel planta baja	28/01/20 12:35 am	Blanco Gris Marrón	1 de 2x20 W	Fluorescente compacta	2	9	336,11	200-500
Habitación 3 nivel planta baja	28/01/20 01:28pm	Blanco Granito Blanco	1 de 2x40 W	Fluorescente lineal	1	9	678	200-500
Habitación de arzobispo	28/01/20 01:37pm	Blanco Granito Blanco	1 de 3x40 W	Fluorescente lineal	1	17	22,47	200-500

**Tabla 3.9. Continuación. Característica de los dormitorios del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

Fuente: Autor

Espacio	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Habitación 2 nivel planta baja	28/01/20 12:35 am	Blanco Gris Marrón	1 de 2x 20 W	Fluorescente compacta	2	9	336,1	200-500
Habitación 3 nivel planta baja	28/01/20 01:28pm	Blanco Granito Blanco	1 de 2x 40 W	Fluorescente lineal	1	9	678	200-500
Habitación de arzobispo nivel planta baja	28/01/20 01:37pm	Blanco Granito Blanco	1 de 3x 40 W	Fluorescente lineal	1	17	22,47	200-500
Habitación 1 nivel planta profesores	04/02/20 10:05am	Blanco Granito Blanco	1 de 3x 18 W	Fluorescente compacta	1	10	170,4	200-500
Sala recibo habitación 1 nivel planta profesores	04/02/20 10:05am	Blanco Granito Blanco	1 de 5x 40 W	Fluorescente lineal	2	18	259,72	200-500
Habitación 2 nivel planta profesores	04/02/20 10:10am	Beige Granito Blanco	2 de 2x 40 W	Fluorescente lineal	1	18	240,5	200-500
Habitación 3 nivel planta profesores	04/02/20 10:18am	Beige Granito Blanco	1 de 2x 40 W	Fluorescente lineal	1	12	371,9	200-500
Habitación 4 nivel planta profesores	04/02/20 10:20am	Beige Granito Blanco	1 de 2x 40 W	Fluorescente lineal	1	18	395,5	200-500

**Tabla 3.9. Continuación. Característica de los dormitorios del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

Fuente: Autor

Espacio	Fecha hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Habitación 5 (madera) nivel planta profesores.	04/02/20 10:34am	Beige Granito Marrón	1 de 2x40 W	Fluorescente lineal	1	12	289,5	200-500
Habitación 6 nivel planta profesores	04/02/20 10:45am	Beige Granito Marrón	2 de 2x40 W	Fluorescente lineal	4	68	316	200-500
Habitación 7 nivel planta profesores	04/02/20 10:48am	Beige Granito Marrón	1 de 2x40 W 1 de 1x20 W	Fluorescentes lineales	2 1	16	182,4	200-500
Habitación 2 nivel planta profesores	04/02/20 10:10am	Beige Granito Blanco	2 de 2x40 W	Fluorescente lineal	1	18	240,5	200-500
Habitación 3 nivel planta profesores	04/02/20 10:18am	Beige Granito Blanco	1 de 2x40 W	Fluorescente lineal	1	12	371,9	200-500
Habitación 4 nivel planta profesores	04/02/20 10:20am	Beige Granito Blanco	1 de 2x40 W	Fluorescente lineal	1	18	395,5	200-500
Habitación 5 (madera) nivel planta profesores.	04/02/20 10:34am	Beige Granito Marrón	1 de 2x40 W	Fluorescente lineal	1	12	289,5	200-500
Habitación 6 nivel planta profesores	04/02/20 10:45am	Beige Granito Marrón	2 de 2x40 W	Fluorescente lineal	4	68	316	200-500
Habitación 7 nivel planta profesores	04/02/20 10:48am	Beige Granito Marrón	1 de 2x40 W 1 de 1x20 W	Fluorescente lineales	2 1	16	182,4	200-500

**Tabla 3.9. Continuación. Característica de los dormitorios del Seminario San Buenaventura del estado Mérida.**

**Fuente: Autor**

Espacio	Fecha hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Tipo de lámparas	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Dormitorio menores nivel planta habitaciones	04/02/2010 10:50am	Beige Granito Marrón	14 de 1x40 W	Fluorescente lineal	6	236	207,94	200-500
Habitación 1 nivel planta habitaciones	04/02/2011 11:02am	Beige Granito Blanco	1 de 2x40 W	Fluorescente lineal	1	9	342	200-500
Habitación 2 sala recibo nivel planta habitaciones	04/02/2011 11:15m	Beige Granito Blanco	2 de 1x40 W	Fluorescente lineal	2	13	289,23	200-500
Habitación 2 nivel planta habitaciones	04/02/2011 11:15m	Beige Granito Blanco	2 de 1x40 W 1 de 1x20 W	Fluorescentes lineales	2 1	8	158,8	200-500



**Figura 3.9a Habitación 1 nivel profesores**  
**Fuente: Autor**



**Figura 3.9b Habitación 2 nivel habitaciones**  
**Fuente: Autor**

De los datos obtenidos en la tabla 3.8 se observa que la mayoría de lámparas con las que cuenta el sistema de iluminación de las habitaciones son tubos fluorescentes lineales de 40W y bombillos ahorradores de 18 W y 20 W así como en algunos casos bombillos incandescentes

tipo vela de 40 W. La iluminancia en estos espacios se encuentra en promedio dentro de lo establecido por la norma.

### 3.10 DEMANDA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL

La demanda que actualmente presenta el sistema de iluminación del seminario, se determina mediante la sumatoria de la potencia de cada una de las lámparas instaladas en la institución. En la siguiente tabla 3.10 se describe la carga conectada del sistema de iluminación.

**Tabla 3.10 Característica de la carga conectada por Iluminación**  
Fuente: Autor.

Tipo de Lámpara	Nro. de Lámparas	Potencia por lámpara (W)	Potencia Total (W)
Fluorescente Circular	12	32	384
Fluorescente Circular	5	22	110
Fluorescente Lineal	395	40	15.800
Fluorescente Lineal	24	32	768
Fluorescente Lineal	8	75	600
Incandescente Tipo Vela	90	40	3.600
Incandescente convencional	32	60	1.920
Fluorescente compacta	3	8	24
Fluorescente compacta	76	14	1.064
Fluorescente compacta	124	18	2.232
Fluorescente compacta	58	20	1160
Fluorescente compacta	6	23	138
Fluorescente compacta	1	70	70
Lámparas led	15	15	225
Reflectores led	6	20	120
<b>Total</b>			<b>28.215</b>

Obtenida la carga por iluminación, se realiza el cálculo pertinente para la determinación de la demanda máxima, aplicando la siguiente fórmula:

$$D_{\max} = F_{dem} \times \text{carga conectada} \quad (3.1)$$

Dónde:

$F_{dem}$ : representa el factor de demanda

Carga conectada: luminarias instaladas en el edificio.

El factor de demanda a utilizar para cargas de iluminación en instituciones educativas según lo establece el código eléctrico nacional (CEN) es del 100%. Por lo tanto al aplicar la ecuación (3.1) se obtiene:

$$D_{\max} = 1 * 28.215 \text{ (W)}$$

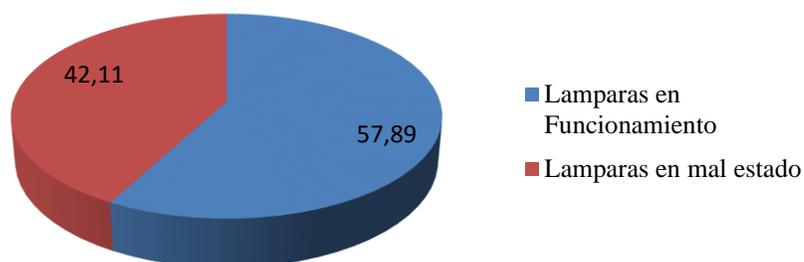
Para determinar la demanda en voltios-ampere (VA) se aplica la ecuación (3.2) considerando un factor de potencia ( $\cos\phi$ ) de 0,9 para la carga de las luminarias.

$$D_{\max} = \frac{D_{\max}(W)}{\cos\phi} \quad (3.2)$$

$$D_{\max} = \frac{D_{\max}(W)}{0,9} = \frac{28.215 \text{ W}}{0,9} = 31.350\text{VA}$$

### 3.10.1 Cantidad de lámparas usadas actualmente en el Seminario San Buenaventura del estado Mérida.

El sistema de iluminación de la infraestructura en estudio cuenta con aproximadamente 855 lámparas, de las cuales 495 para un 57,89 % se encuentran en funcionamiento, mientras que 360 para el 42,11% restante están en mal estado, tal como lo evidencia el figura 3.1; lo que permite concluir que la institución presenta un alto déficit en iluminación, ocasionando así un mayor esfuerzo visual de sus estudiantes y el personal de la institución.



**Figura 3.1 Porcentaje de lámparas en funcionamiento respecto a las lámparas instaladas en el sistema de iluminación actual.**

**Fuente: Autor**

### 3.11 ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS ÁREAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL

A continuación en la tabla 3.11 se presenta los valores de eficiencia energética calculados donde se aplicó la ecuación 2.5.

**Tabla 3.11 Índice de eficiencia energética**  
Fuente: Autor.

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI instalado	VEEI en uso	VEEI límite
Capilla principal	343,97	3680	3400	655,5	1,63	1,51	8
Aula 1	48,26	320	40	183,5	3,61	0,45	3,5
Aula 2	44,1	320	160	226,2	3,21	1,60	3,5
Estudio	79,96	1440	360	620,3	2,90	0,73	3,5
Salón de música 1 (primer piso)	39,16	98	18	244,76	1,02	0,19	3,5
Salón de tv padres	13,23	94	86	130,61	5,43	4,9	8
Enfermería	27,80	100	40	467,5	0,76	0,31	4
Salón de visitas	41,58	160	80	139,5	2,75	1,38	8
Salón de trofeos	64,68	240	160	232,6	1,59	1,06	8
Salón de clero	94,73	432	432	103,4	4,41	4,41	8
Auditorio	275,56	1624	1286	205	2,87	2,27	8
Lavandería planta baja	40,32	78	22	1342,5	0,14	0,04	4
Depósito de lencería	40,32	180	22	572,2	0,78	0,09	4
Habitación 2 nivel planta profesores	7,54	160	40	240,5	8,82	2,20	10

**Tabla 3.11 Continuación. Índice de eficiencia energética**  
Fuente: Autor.

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI instalado	VEEI en uso	VEEI límite
Deposito patio	8,74	14	14	9,25	17,31	17,31	4
Comedor personal	10,88	96	56	77,3	11,41	6,65	4
Deposito utensilios cocina 1	2,04	60	60	87,8	33,49	33,49	4
Cocina	52,65	560	280	506,1	2,10	1,05	4
Comedor sacerdotes	89,1	108	90	524,9	0,23	0,19	4
Cafetín	10,81	40	40	69,3	5,33	5,33	4
Comedor menores	146,25	198	0	249	0,54	0	4
Secretaría	21	160	160	360	2,11	2,11	3
Dirección	28,14	120	40	354	1,20	0,40	3
Oficina rectoral	34,86	80	40	441,33	0,52	0,26	3
Dirección de estudio	28,86	234	96	1000	0,81	0,33	3
Pasillo nivel sótano (deposito)	28,75	74	14	235	1,09	0,21	6
Pasillo nivel planta baja (biblioteca)	324	242	184	1218,79	0,06	0,05	6
Pasillo nivel planta baja (auditorio)	107,1	42	42	2482,7	0,02	0,02	6

**Tabla 3.11 Continuación Índice de eficiencia energética**  
Fuente: Autor.

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI instalado	VEEI en uso	VEEI límite
Pasillo nivel Planta profesores (habitaciones)	95,1	70	70	232,5	0,32	0,32	6
Pasillo nivel Planta habitaciones (sala de recibo)	29	40	20	188,2	0,73	0,36	6
Habitación 1 nivel planta baja	52,59	54	36	186,8	0,54	0,36	10
Habitación de arzobispo nivel planta baja	27,80	120	40	22,47	19,21	6,40	10
Habitación 1 nivel planta profesores	14,62	54	18	170,4	2,16	0,72	10

La tabla 3.11 muestra el índice de eficiencia energética que se presenta actualmente en diversas áreas del Seminario, evidenciando que en algunos casos la capacidad instalada excede los límites de eficiencia energética recomendada por la norma, no obstante, en su gran mayoría la iluminación en uso se encuentra por debajo de los límites de eficiencia por encontrarse gran cantidad de lámparas fuera de servicio.

### **3.12 ANALISIS DE DEMANDA ELECTRICA**

Para el estudio de la demanda eléctrica del Seminario San Buenaventura, se realiza los cálculos de los motores necesarios para el bombeo de agua potable para la dotación diaria, que

próximamente se incluirá como parte de la carga prioritaria de la institución. A su vez se calcula la demanda eléctrica por 2 métodos, uno de ellos es el censo de carga de donde se tiene un valor estimado de la demanda del plantel según los factores de demanda a tomar en cuenta de las disposiciones 220-11, 220-13, 220-18 y 430-22 de la norma COVENIN 200:1999. De igual forma para el segundo método se aplica la Norma COVENIN, disposición 220-3(b), en su método opcional para escuelas, donde se indica los factores de carga a tomar en cuenta según la superficie de la institución.

### 3.12.1 Cálculo del hidroneumático

*Método de dotación diaria:* Dotación de agua para planteles educativos y residencias estudiantiles.

**Tabla 3.12 Dotaciones diarias para edificaciones destinadas a planteles educativos.**  
Fuente: Gaceta oficial N° 4.044 septiembre 1988. Artículo 110 #B.

Grupos	Dotación de agua
Alumnado interno o residente	200 litros/persona
Personal no residente	50 litros por persona
Áreas Verdes	2 litros /Día-m <sup>2</sup>

El seminario San Buenaventura de Mérida cuenta con una población estudiantil interna de 60 seminaristas, 15 empleados y 413,287 m<sup>2</sup> de áreas verdes.

$$Dotacion\ Diaria = 60alum.*\frac{200\ l}{persona} + 15personal * 50\frac{l}{persona} + 413,287\ m^2 * \frac{2\ l}{dia - m^2}$$

$$Dotacion\ Diaria = 13577,7\ l/día$$

Cálculo del caudal medio de consumo en litros por segundo:

$$Qd = \frac{Dotacion\ diaria * K}{86400} \quad (3.3)$$

Donde:

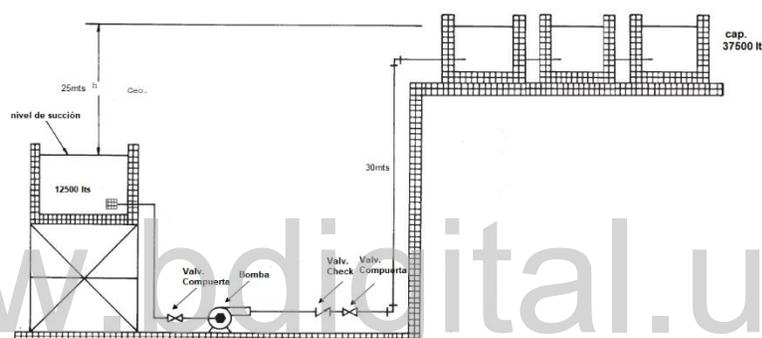
K: Es un factor que según proyecciones de variación en la demanda en redes, se recomienda estimar de 8 a 10 según la cantidad de la dotación diaria:

**Tabla 3.13 Factores de proyección según la variación en la demanda**  
**Fuente: Autor.**

menor a 50.000 litros/día	K=10
entre 50.001 y 100.000 litros/día	K=9
más de 100.001 litros/día	K=8

Para el cálculo del caudal según la dotación diaria del seminario menor a 50.000 lts/día el valor de la constante K=10

$$Qd = \frac{13.577,7 * 10}{86.400} = 1,57 \frac{l}{seg} = 5,62 m^3/h$$



**Figura 3.2 Esquema de posicionamiento del sistema hidroneumático**  
**Fuente: Autor**

Calculo del caudal según la capacidad de los tanques:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (3.4)$$

Donde:

V: volumen de los tanques a llenar

t : tiempo de llenado

Para el diseño se tendrán 4 tanques de 12500 litros, que se dispondrán como se encuentran en la figura 3.2.

Se tiene un volumen a llenar de 37.500 litros de agua y se estima un tiempo de llenado de 300 minutos equivalentes a 5 horas.

$$Q = \frac{37500 \text{ l}}{300 \text{ min}} = \frac{125 \text{ l}}{\text{min}} = 7,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se tiene que el caudal de carga es mayor que el caudal de dotación diaria requerido, lo que indica que está bien la estimación del tiempo de llenado.

Diámetro de tubería de descarga:

$$D = \sqrt{4 * \frac{Q}{V\pi}} \quad (3.5)$$

Donde:

$Q$ : Caudal ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$V$ : Velocidad de la corriente (m/h)

Velocidad Recomendada entre (0,5 m/s – 1,5 m/s) se utiliza como referencia  
1,5m/s =5400 m/h

$$D = \sqrt{4 * \frac{7,5 \text{ m}^3/\text{h}}{5400 \frac{\text{m}}{\text{h}} * \pi}} = 0,0420\text{m} = 42 \text{ mm}$$

**Tabla 3.14 Características técnicas de la tubería para agua fría presión NTP 399.002: 2015.**  
Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP) 399.002 (Tubos de Poli-cloruro de vinilo no Plastificado (PVC-U)).

Diámetro Nominal PVC	Diámetro exterior (mm)	Espesor (mm)	Diámetro interior (mm)
1 1/4"	42	2	38
1 1/2"	48	2,3	43,4
2"	60	2,9	54,2

Para el diámetro estimado, se tiene como valor comercial tubería de descarga PVC de 1½'.

Se despeja de la Ec. 3.5 la velocidad para corregir según el diámetro tabulado de la tubería:

$$V = 4 * \frac{0,002083 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}}{\pi * (0,434\text{m})^2} = 1,4\text{m}/\text{seg}$$

Diámetro tubería de succión:

Velocidad recomendada (0,5 m/s a 1 m/s) se utiliza como referencia 0,9 m/s = 3240m/h

$$D = \sqrt{4 * \frac{7,5m^3/h}{3240 \frac{m}{h} * \pi}} = 0,0542m = 54,2mm$$

Para el diámetro estimado, se tiene como valor comercial tubería de succión PVC de 2".

Calculo de carga o altura dinámica de bombeo:

La figura 3.9 representa una succión positiva, la altura geométrica que la bomba debe vencer en este caso es menor, para este caso el  $H_{bomba}$  será:

$$H_{bomba} = H_{geodésica} + H_{pérdida en tubería} \quad (3.5)$$

$$H_{geodesica} = H \text{ limite de tanque superior} - H \text{ limite de tanque inferior} \quad (3.6)$$

De la figura 3.9 se tiene una altura  $H_{geodésica}$  de 25 m.

$H_{perdida}$  en tubería = 5% de  $H_{geodesica}$

$$H_{perdida en tubería} = 25 * 5\% = 1,25 m$$

$$H_{bomba} = 25m + 1,25m = 26,25 m$$

Potencia de la bomba

$$P = \frac{H_{bomba} * \rho * g * Q}{n} \quad (3.7)$$

Donde:

- $H_{bomba} = 26,25 m$
- $\rho = 992 \frac{Kg}{m^3}$
- $g = \text{Gravedad} = 9,81 \frac{m}{seg^2}$
- $Q = \text{Caudal} = 7,5 \frac{m^3}{h} = 0,002083 \frac{m^3}{seg}$
- $n = \text{rendimiento de la bomba} = 70\%$

$$P_b = \frac{26,25m * 992 \frac{Kg}{m^3} * 9,81 \frac{m}{seg^2} * 0,002083 \frac{m^3}{seg}}{0,7} = 760 W$$

Para una bomba de 1 Hp aproximadamente.

Potencia del motor

$$P_m = 1,44\% * (P_b) = 1,44 * 760 W = 1094 W$$

Para un motor de 1 ½ Hp.

Potencia del compresor = 10% \* P<sub>m</sub> = 0,1 \* 1094 = 109,462 W

Para un compresor de ½ Hp.

### 3.12.2 Censo de carga

Para el censo de carga se tomaron en cuenta los valores de placa de cada uno de los equipos eléctricos que componen el Seminario San Buenaventura del estado Mérida, posteriormente se calculó la demanda eléctrica tomando en consideración los factores de demanda de la norma COVENIN tablas 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4.

**Tabla 3.15 Carga de iluminación del Seminario San Buenaventura de Mérida**

**Fuente: Autor.**

Equipos	Cantidad	Potencia por equipo en (kW)	Potencia total en (kW)	Potencia total en (kVA)
Iluminación	1	28,22	28,22	31,35
<b>Total</b>				<b>31,35 KVA</b>

**Tabla 3.16 Cargas de pequeños artefactos del Seminario San Buenaventura de Mérida**

**Fuente: Autor.**

Equipos	Cantidad	Potencia por equipo en (kW)	Potencia total en (kW)	Potencia total en (kVA)
Extractor de cocina	1	0,20	0,20	0,22
Nevera Ejecutiva	2	0,60	1,20	1,33
Microondas	3	1,50	4,50	5,00
Licuadoras	4	0,50	2	2,22
Cafeteras	2	1	2	2,22
Computador de Escritorio	23	0,14	3,22	3,57
Laptops	60	0,45	27	30
Lavadoras	6	1,5	9,00	10
Impresoras	2	0,50	1,00	1,11
Televisores	5	0,65	3,25	3,61
<b>Total</b>				<b>59,28 kVA</b>

**Tabla 3.17 Cargas Especiales del Seminario San Buenaventura de Mérida**

**Fuente: Autor.**

Equipos	Cantidad	Potencia por equipo en (kW)	Potencia total en (kW)	Potencia total en (kVA)
Calentadores	3	2,40	7,20	8
Secadora	1	5,40	5,40	6
Aires acondicionados	15	6,00	90,00	100
<b>Total</b>				<b>114 kVA</b>

**Tabla 3.18 Cargas de motores del Seminario San Buenaventura de Mérida**

Fuente: Autor.

Equipos	Cantidad	Potencia por equipo en (kW)	Potencia total en (kW)	Potencia total en (kVA)
Cuartos fríos evaporador	2	2,44	4,89	5,42
Condensador	2	0,57	1,14	1,26
Compresor	2	2,00	4,00	4,44
Bomba hidroneumático	1	0,74	0,74	0,82
Motor hidroneumático	1	1,12	1,12	1,24
Compresor hidroneumático	1	0,4	0,40	0,44
<b>Total</b>				<b>13,62 kVA</b>

### Demanda eléctrica

Para la carga de iluminación tabla 3.15 tenemos un factor de demanda según el código eléctrico del 100% según la norma COVENIN 200:1999.

$$31,35 \text{ KVA} * 1 = 31,35 \text{ KVA}$$

Para pequeños artefactos tabla 3.16 Factor de demanda del 100% para los primeros 10 KVA y 50% para el restante.

$$10\text{KVA} * 1 + 49,28\text{KVA} * 0,5 = 34,64\text{KVA}$$

Las Cargas especiales tabla 3.17 un factor de demanda del 100%.

$$114\text{KVA} * 1 = 114$$

Motores eléctricos de carga intermitente continúa: Para este tipo de motores tabla 3.18 se utiliza un 140% de sus corrientes nominales por norma para estimar su carga.

### Cuartos fríos

Evaporadores:  $I = 4,89 \text{ KW} / (220 * \sqrt{3} * 0,9) = 14\text{A} * 1,4 = 19,6\text{A}$

$$S = 19,6\text{A} * (220 * \sqrt{3}) = 7,47\text{KVA}$$

Condensadores:  $I = 1,14 \text{ KW} / (220 * \sqrt{3} * 0,9) = 3,3\text{A} * 1,4 = 4,6\text{A}$

$$S = 4,6\text{A} * (220 * \sqrt{3}) = 1,75\text{KVA}$$

Compresores:  $I = 4 \text{ KW} / (220 * \sqrt{3} * 0,9) = 11,6\text{A} * 1,4 = 16,32\text{A}$

$$S = 16,32\text{A} * (220 * \sqrt{3}) = 6,22\text{KVA}$$

Sistema hidroneumático:

$$\text{Bomba: } I = 0,74 \text{ KW} / (220 * \sqrt{3} * 0,9) = 2,15A * 1,4 = 3 A$$

$$S = 3 A * (220 * \sqrt{3}) = 1,15KVA$$

$$\text{Motor: } I = 1,12 \text{ KW} / (220 * \sqrt{3} * 0,9) = 3,26A * 1,4 = 4,57A$$

$$S = 4,57A * (220 * \sqrt{3}) = 1,74KVA$$

$$\text{Compresor: } I = 0,4 \text{ KW} / (220 * \sqrt{3} * 0,9) = 1,16A * 1,4 = 1,632A$$

$$S = 1,632A * (220 * \sqrt{3}) = 0,622KVA$$

$$\text{Demanda total} = 31,35 \text{ KVA} + 34,64\text{KVA} + 114\text{KVA} + 7,47\text{KVA} + 1,75\text{KVA} + 6,22\text{KVA} + 1,15\text{KVA} + 1,74\text{KVA} + 0,622\text{KVA} = 198,942\text{KVA}$$

### 3.12.3 Calculo de la demanda eléctrica del Seminario San Buenaventura del estado Mérida. Método de Densidad de carga.

El Seminario San Buenaventura de Mérida, es una institución que cuenta con 4483,3 m<sup>2</sup> de construcción repartida, canchas deportivas, aulas, oficinas, capillas, habitaciones y áreas de servicios. Para determinar la demanda eléctrica por el método de densidad de carga se tendrá como referencia una carga básica de 50 VA/m<sup>2</sup> tabla 3.19, basados en que la institución cuenta con distintos espacios destinados a actividades cuyo consumo es variable según el código eléctrico, y tomando en cuenta un factor de potencia según el método opcional escuelas en la tabla 2.5

**Tabla 3.19 Valores para la estimación de demanda por el método de densidad de carga.**

**Fuente: Autor.**

Datos	Valor
Carga conectada por alumbrado y pequeños artefactos	50 VA/m <sup>2</sup>
Carga conectada por aire acondicionado	40VA/m <sup>2</sup>
Estimación de área para aire acondicionado	15%
Área Total De construcción	4483,33 m <sup>2</sup>
Factor de demanda	100% y 75%
Factor de coincidencia	70%

*Demanda máxima:*

$$4483,33m^2 \left( 30 \frac{VA}{m^2} * 1 + 20 \frac{VA}{m^2} * 0,75 + 40 \frac{VA}{m^2} * 0,15 * 0,75 \right) = 221,924 KVA$$

*Demanda diversificada:*

$$221,924 KVA * 0,7 = 155,347 KVA$$

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

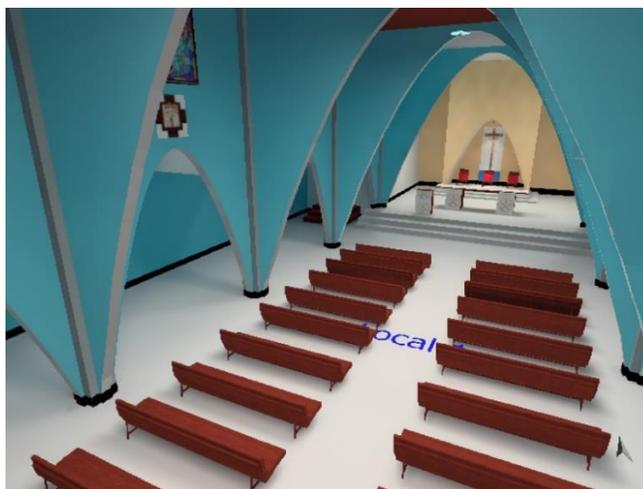
# **CAPITULO IV**

## **PROPUESTA DEL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SISTEMA ELÉCTRICO DE RESPALDO.**

En el presente capítulo se presenta una propuesta de diseño del sistema de iluminación del Seminario San Buenaventura del estado Mérida basándose en el cumplimiento de las normas COVENIN 2249-93 y su contribución al ahorro energético. Dicha propuesta es implementada con lámparas que tienen mayor iluminación y bajo consumo de potencia pertenecientes a la tecnología LED. La representación del sistema de iluminación de cada área de la infraestructura es realizada utilizando un software denominado DIALux evo 8.1 que permite simular efectos luminosos reales de cualquier ambiente de trabajo de manera tridimensional, realizando un análisis cuantitativo de los niveles de iluminación tanto de interiores como exteriores. Del mismo modo se presenta la mejor opción en cuanto a la capacidad de un sistema eléctrico de respaldo, que garantice un suministro continuo de energía eléctrica a la institución en caso de fallas de la empresa que suministra el servicio, realizando los cálculos a priori de la demanda eléctrica a través de métodos como el de densidad de carga y censo de carga avalados por la norma COVENIN 200:199.

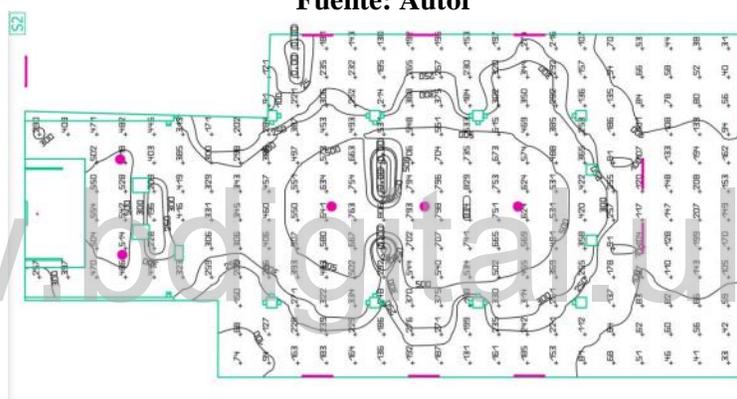
### **4.1 CAPILLAS**

Para el diseño del nuevo sistema de iluminación en las capillas se requirieron distintos tipos de luminarias tabla 4.1, tanto para cumplir con los distintos niveles de luz requeridos por la norma COVENIN 2249-93 como para realzar los detalles estéticos propios de las iglesias.



**Figura 4.1 Propuesta de iluminación de la Capilla Principal del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**

**Fuente: Autor**



**Figura 4.2 Curvas Isolíneas de la propuesta de la Capilla Principal del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**

**Fuente: Autor**

**Tabla 4.1 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las capillas.**

**Fuente: Autor**

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Capilla principal	Philips BY121 1XLED200S/840 147W, 20000lm Philips ST315T 23,5W, 2007lm Philips WT120C L15001XLED60S /840 48W, 5999lm	5 1 9	0,75	1190,5	306	300-1.000

**Tabla 4.1 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las capillas.**  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Capilla principal (Coro)	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	2	0,70	96	200	100-300
Capilla auxiliar 1	Philips TPS 760 2*TL5 HFP ND AC-MLO 70W, 4778lm	3	1,49	210	570	300-1.000
Capilla auxiliar 2	Philips BY120P G3 1*LED105S/840 WB 85W,1496lm	6	1,02	510	535	300-1.000

## 4.2 AULAS

Para el diseño del sistema de iluminación de las aulas se utilizaron en su mayoría luminarias colgantes Philips modelo SP140P L1415 1\*LED48S/840, con un consumo de 50W, flujo luminoso 4799lm y una temperatura de color de 3000K. Además de otros tipos de luminarias como se muestran en la tabla 4.2 para salones que requerían un mayor flujo luminoso.

**Tabla 4.2 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las aulas y salones.**  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Aula 1	Philips SP140P L1415 1*LED48S/840 50W, 4799lm	6	0,95	300	653	500-1.000
Aula 2	Philips SP140P L1415 1*LED48S/840 50W, 4799lm	2	0,47	100	805	500-1.000
Aula 3	Philips SP140P L1415 1*LED48S/840 50W, 4799lm	6	0,97	300	680	500-1.000

**Tabla 4.2 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las aulas y salones.****Fuente: Autor**

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Illuminancia media (lx)	Illuminancia recomendada (lx)
Aula 4	Philips SP140P L1415 1*LED48S/840 50W, 4799lm	6	0,96	300	678	500-1.000
Aula 5	Philips SP140P L1415 1*LED48S/840 50W, 4799lm	2	0,49	100	813	500-1.000
Aula 6	Philips SP140P L1415 1*LED48S/840 50W, 4799lm	2	0,84	100	723	500-1.000
Aula 7	Philips SP140P L1415 1*LED48S/840 50W, 4799lm	4	1,2	200	536	500-1.000
Aula 8	Philips SP140P L1415 1*LED48S/840 50W, 4799lm	8	0,96	400	647	500-1.000
Estudio	Philips BY122P G4 1*LED200S/840 147W, 24998lm	3	1,13	489	538	500-1.000
	Philips WT120C L1500 1*LED60S/84048 W, 5999lm	1				
Salón de música 1 (Nivel planta baja)	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm	3	1,98	210	232	200-500
Salón de música 2 (Nivel planta profesores)	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm	3	2,1	210	254	200-500

**Tabla 4.2 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las aulas y salones.**

Fuente: Autor

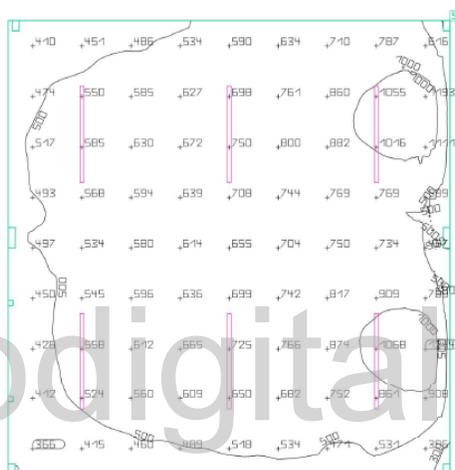
Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Salón de tv padres	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm	1	0,65	70	328	200-500
Salón de recreación 1 Nivel sótano	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	6	0,75	288	319	200-500
Salón de redes	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	1	0,65	70	351	200-500
Salón deportes Nivel planta 3	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	4	1,24	192	294	200-500
Salón de recreación 2 Nivel planta 3	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	3	1,3	144	382	200-500
Salón de recreación 3 Nivel planta 3	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	3	1,2	144	386	200-500
Enfermería	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm	2	1,3	152	366	200-500
	Philips WL130V PSU D350 1*LED12S/830 12W, 1200lm	1				
Talleres	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	24	0,82	1152	514	500-1.000



**Figura 4.3 Propuesta de iluminación del Aula 1 del Seminario San Buenaventura del Edo.**

**Mérida**

**Fuente: Autor**



**Figura 4.4 Curvas Isolíneas de la propuesta de la Aula 1 del Seminario San Buenaventura del**

**Edo. Mérida**

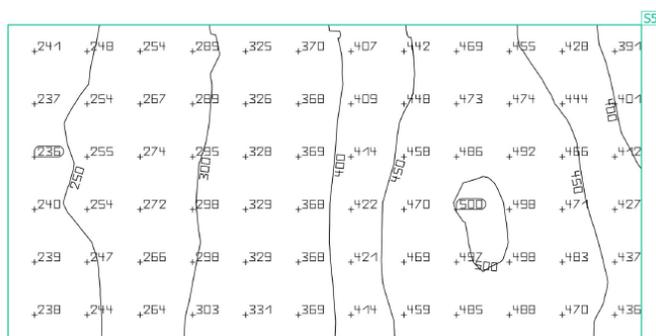
**Fuente: Autor**



**Figura 4.5 Propuesta de iluminación del Estudio del Seminario San Buenaventura del Edo.**

**Mérida**

**Fuente: Autor**



**Figura 4.6 Curvas Isolíneas de la propuesta de la Aula 1 del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**  
**Fuente: Autor**

### 4.3 BIBLIOTECA

Espacio que al igual que las aulas cuentan con un alto valor de iluminancia recomendada por la norma, por ser estos destinados a la lectura y realización de trabajos en equipos de computación, para ello se utilizaron luminarias colgantes marca Philips modelo TPS760 2\*TLS35W HFP consumo de 70W flujo luminoso 4778 lm. Del mismo modo se dispondrá de un tipo de luminaria que cumpla con los niveles de luz requeridos para el área de estanterías como se muestra en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de la biblioteca.**  
**Fuente: Autor**

Área	Tipo de luminaria	Nº de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Biblioteca (Sala de Lectura)	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm	12	1,13	840	518	500-1000
Biblioteca (Estantería)	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm	4	0,99	280	277	200-500

#### 4.4 SALONES DE REUNIONES

Para los salones de reuniones se utilizaron luminarias Philips TPS760 2\*TLS35W HFP con un consumo de 70W y un flujo luminoso de 4778lm y Philips SM134V PSD W60L60 1\*led37s/830 con consumo de 35.5W y flujo luminoso de 3699lm que además de cumplir con los requerimientos en los niveles de lux tienen un bajo índice de eficiencia energética tal como se muestra en la tabla 4.4

**Tabla 4.4 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los salones de reuniones.**

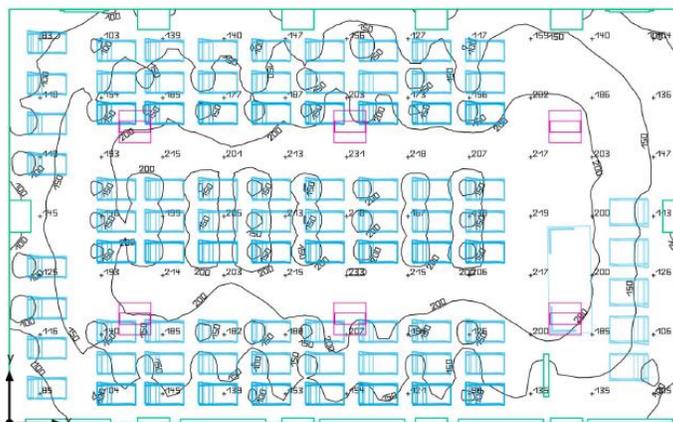
**Fuente: Autor**

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Salón de visitas	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm	2	1,9	140	182	100-200
Salón de trofeos	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm	2	1,3	140	162	100-200
Salón del clero	Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W, 3699lm	6	1,3	213	167	100-200



**Figura 4.7 Propuesta de iluminación del Salón del clero del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**

**Fuente: Autor.**



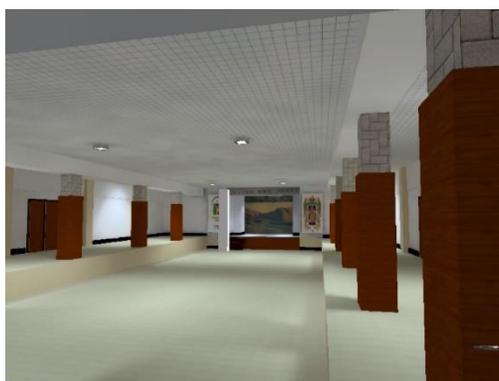
**Figura 4.8** Curvas Isolíneas de la propuesta de la Aula 1 del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida  
Fuente: Autor.

## 4.5 SALON DE USO PROTOCOLAR

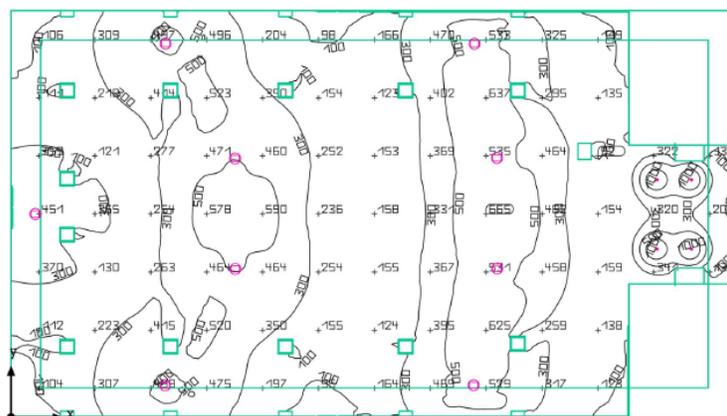
El auditorio como salón de uso protocolar debe cumplir con niveles de iluminancia entre los 200 y 500lx para ello se utilizaron luminarias cuyas características técnicas se muestran en la tabla 4.5.

**Tabla 4.5** Características técnicas del nuevo diseño de iluminación en salones de uso protocolar.  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Auditorio	Philips BY120P G3	9	0,85	2049	321	200-500
	1*LED105S/840 WB 85W,1496lm Philips ST315T 23,5W, 2007lm	4				



**Figura 4.9** Propuesta de iluminación del Auditorio del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida  
Fuente: Autor



**Figura 4.10 Curvas Isolíneas de la propuesta del Auditorio del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**  
**Fuente: Autor**

#### 4.6 ÁREAS DE SERVICIO

Para la iluminación de estos espacios se utilizaron luminarias Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 con un consumo de 48W y flujo luminoso de 5999lm los cuales permiten una iluminación que cumple con los niveles requeridos por la norma (ver tabla 4.6).

**Tabla 4.6 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las áreas de servicio.**  
**Fuente: Autor**

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Lavandería nivel sótano	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	2	0,97	96	245	200-500
Depósito de lencería	Philips WL130V PSU D350 1*LED12S/830 12W, 1200lm	1	0,45	12	65,3	50-100
Lavaderos nivel planta baja	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	2	1.1	96	213	200-500

**Tabla 4.6 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las áreas de servicio.**

**Fuente: Autor.**

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Lavandería nivel planta baja	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm  Philips WL130V PSU D350 1*LED12S/830 12W, 1200lm	1  1	1,3	82	211	200-500
Zona de descarga	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	1	1,6	48	114	100-200
Deposito patio	Philips WL130V PSU D350 1*LED12S/830 12W, 1200lm	1	0,51	12	267	100-200
Deposito interno nivel planta baja	Philips WL130V PSU D350 1*LED12S/830 12W, 1200lm	1	1,02	12	219	100-200
Comedor de Personal	Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W, 3699lm	1	1,13	35,5	200	100-200
Lavamanos	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4478lm	1	2,06	70	200	100-200
Vestidores	Philips SM134V PSD W20L120 1*led37S/830 34.5W, 3699lm	5	1,54	172,5	176	100-200
Depósito de utensilios de cocina 1	Philips WL130V PSU D350 1*LED12S/830 12W, 1200lm	1	3,26	12	180	100-200
Depósito de utensilios de cocina 2	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	1	0,73	48	183	100-200
Cocina	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm.	8	1,27	560	835	500-1.000

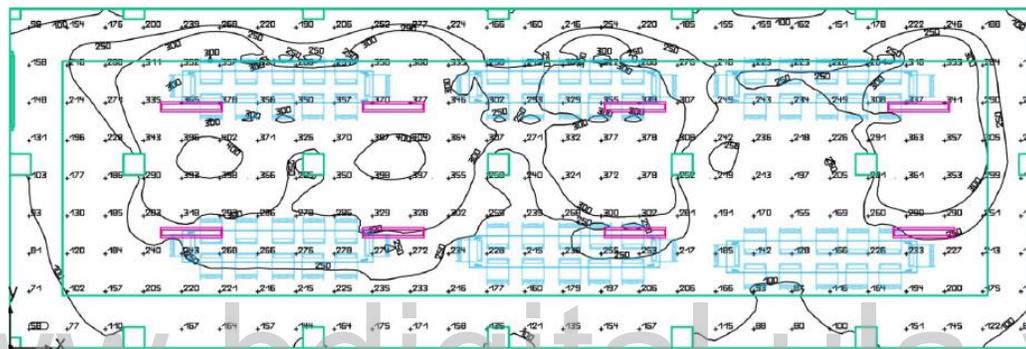
**Tabla 4.6 Continuación Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las áreas de servicio.**

**Fuente: Autor.**

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Cafetín	DN140B PSU D216 1XLED20S/830 19W, 2200lm	1	0,88	19	198	100-200
Baño Sótano	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm	3	0,86	210	198	100-200
Comedor menores	Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W, 3699lm	3	0,81	106,5	147	100-200
Cuarto de congelación	Philips DN140B PSU D216 1XLED20S/830 19W, 2200lm	3	2,5	57	125	100-200
Dispensa	Philips DN140B PSU D216 1XLED20S/830 19W, 2200lm	2	1,5	38	127	100-200
Cuarto de lavado (hab. 1 y2) nivel planta baja	Philips DN140B PSU D216 1XLED20S/830 19W, 2200lm	3	1,5	57	129	100-200
Comedor sacerdotes	Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W, 3699lm	4	1,04	142	153	100-200
Comedor	Philips SM134V PSD W20L120 1*led37S/830 34.5W, 3699lm	8	1,3	276	170	100-200
Cafetín	DN140B PSU D216 1XLED20S/830 19W, 2200lm	1	0,88	19	198	100-200



**Figura 4.11 Propuesta de iluminación del Comedor del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**  
Fuente: Autor



**Figura 4.12 Curvas Isolneas de la propuesta del Comedor del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**  
Fuente: Autor

## 4.7 OFICINAS

Áreas de exigencia visual donde la iluminación juega un papel importante para el rendimiento del personal es por ello que para este nuevo diseño de iluminación se utilizaron en su mayoría luminarias colgantes Philips TPS760 2\*TLS35W HFP con un consumo de 70W y flujo luminoso de 4778 lm, que cumplen con los niveles de iluminación requeridos.

**Tabla 4.7 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.**  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Recepción	Philips DN140B PSU D216 1XLED20S/830 19W, 2200lm	1	0,54	19	254	100-200
Secretaría	Philips SM134V PSD W20L120*led37S/830 34.5W, 3699lm	6	1,04	207	707	500-1.000

**Tabla 4.7 Continuación Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las oficinas y cubículos.**

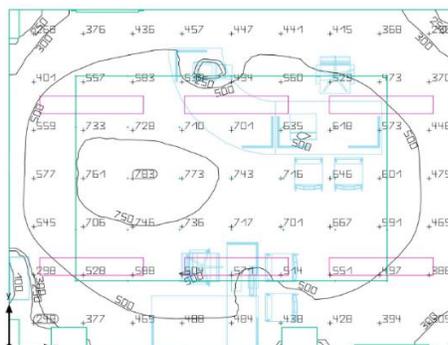
**Fuente: Autor**

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Dirección	Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W, 3699lm	2	0,35	71	724	500-1.000
Oficina vicerrector	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4778lm	6	2,3	420	535	500-1.000
Oficina rectoral	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4478lm	6	2,1	420	530	500-1.000
Dirección de estudio	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4478lm	3	1,4	210	517	500-1.000



**Figura 4.13 Propuesta de iluminación de oficina del vicerrector del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**

**Fuente: Autor**



**Figura 4.14 Curvas Isolíneas de la propuesta de oficina del vicerrector del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**

**Fuente: Autor**

## 4.8 PASILLOS

Para el diseño del sistema de iluminación de los pasillos se tomaron las mediciones de la simulación sin luz diurna con el fin de la elección de las luminarias de menor consumo como lo son Philips WT120C L600 1\*LED18S/840 con un consume de 17,6W y un flujo luminoso de 2100lm, ya que estás áreas cuentan con una iluminación natural que supera los límites establecidos.

**Tabla 4.8 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los pasillos.**  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia medida (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel sótano (deposito)	Philips WT120C L600 1*LED18S/840 17,6W, 2100lm	3	1,7	52,8	108	100-200
Nivel sótano ( dispensa)	Philips WT120C L600 1*LED18S/840 17,6W, 2100lm	2	1,58	35,2	107	100-200
Nivel planta baja (visitas)	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	3	1,16	144	111	100-200
Nivel planta baja (auditorio)	Philips WT120C L600 1*LED18S/840 17,6W, 2100lm	3	1,4	52,8	133	100-200
Nivel planta baja (biblioteca)	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	6	0,42	288	115	100-200
Nivel planta baja (auditorio)	Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W, 3699lm	3	0,77	106,5	124	100-200
Nivel planta baja (hall de entrada)	Philips BY121 1XLED200S/840 147W, 20000lm	1	0,90	147	236	100-200
Nivel planta baja (secretaria)	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	3	1,18	144	118	100-200
Nivel planta baja (hall de entrada)	Philips BY121 1XLED200S/840 147W, 20000lm	1	0,90	147	236	100-200

**Tabla 4.8 Continuación. Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los pasillos.**  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel planta baja (secretaría)	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	3	1,18	144	118	100-200
Nivel planta baja (entrada)	Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W, 3699lm	1	1,8	35,5	135	100-200
Nivel planta profesores (capilla)	Philips WT120C L600 1*LED18S/840 17,6W, 2100lm	1	1,2	17.6	133	100-200
Nivel planta profesores (habitaciones)	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	3	1,15	144	115	100-200
Nivel planta profesores (capilla)	Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W, 3699lm	3	0,77	106,5	124	100-200
Nivel planta profesores (salón tv padres)	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	3	1,3	144	119	100-200
Nivel planta profesores (capilla)	Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	6	0,42	288	115	100-200
Nivel planta profesores (salón de juegos)	Philips TPS760 2*TLS35W HFP 70W,4478lm	3	0,92	210	113	100-200
Nivel planta profesores (habitaciones)	Philips WT120C L600 1*LED18S/840 17,6W, 2100lm	3	1,2	52,8	148	100-200
Nivel planta profesores (habitaciones)	Philips WT120C L600 1*LED18S/840 17,6W, 2100lm	3	1,5	52,8	154	100-200

**Tabla 4.8 Continuación Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los pasillos.**  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel planta habitaciones (habitaciones)	Philips WT120C L600 1*LED18S/840 17,6W, 2100lm	3	1,3	52,8	134	100-200
Nivel planta habitaciones (sala de recibo)	Philips WT120C L600 1*LED18S/840 17,6W, 2100lm	2	1,4	35,2	156	100-200

## 4.9 DORMITORIOS

El Seminario San Buenaventura de Mérida por ser una institución de régimen interno, cuenta con una gran cantidad de habitaciones para hospedar a sus estudiantes a quienes se le debe brindar los niveles de iluminación óptimos en estos espacios, es por ello en la tabla 4.9 se presentan las luminarias y sus detalles técnicos para cumplir con los niveles de iluminación impuestos por la norma.

**Tabla 4.9 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los dormitorios.**  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia Media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Habitación 1 nivel planta baja	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	2	1,38	61	227	200-500
Habitación 2 nivel planta baja	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	0,74	30,5	325	200-500
Habitación 3 nivel planta baja	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	0,84	54,5	435	200-500
	Philips WL130PSU D350 1/Led12S/830, 12W, 1200lm	2				

**Tabla 4.9 Continuación Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los dormitorios.**

**Fuente: Autor.**

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Habitación 2 nivel planta baja	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	0,74	30,5	325	200-500
Habitación 3 nivel planta baja	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm  Philips WL130PSU D350 1/Led12S/830, 12W, 1200lm	1  2	0,84	54,5	435	200-500
Habitación de arzobispo nivel planta baja	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm  Philips WL130PSU D350 1/Led12S/830, 12W, 1200lm	1  2	0,71	54,5	403	200-500
Sala recibo habitación de arzobispo nivel planta baja	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led37S/830 , 34,5W, 3698lm	3	1,2	103,5	384	200-500
Habitación 1 nivel planta profesores	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm  Philips WL130PSU D350 1/Led12S/830, 12W, 1200lm	1  2	0,84	54,5	385	200-500
Sala recibo habitación 1 nivel planta profesores	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led37S/830 , 34,5W, 3698lm	3	1,1	103,5	403	200-500

**Tabla 4.9 Continuación Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los dormitorios.**

Fuente: Autor.

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Habitación 2 nivel planta profesores	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	0,84	54,5	385	200-500
	Philips WL130PSU D350 1/Led12S/830, 12W, 1200lm	2				
Habitación 3 nivel planta profesores	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	1,3	30,5	415	200-500
Habitación 4 nivel planta profesores	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	1,28	30,5	419	200-500
Habitación 5 (madera) nivel planta profesores.	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	0,84	30,5	452	200-500
Habitación 6 nivel planta profesores	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	0,84	30,5	352	200-500
Habitación 7 nivel planta profesores	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	0,84	30,5	452	200-500
Dormitorio menores nivel planta habitaciones	Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W,3699lm	6	1,3	213	354	200500
Habitación 1 nivel planta habitaciones	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	1,1	30.5	435	200-500

**Tabla 4.9 Continuación Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de los dormitorios.**

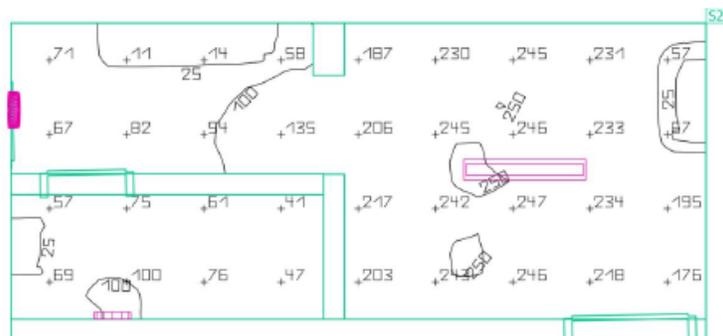
**Fuente: Autor.**

Área	Tipo de luminaria	N° de lámparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Habitación 2 sala recibo nivel planta habitaciones	Philips SM134V PSU W20L120 1*Led37S/830 , 34,5W, 3698lm	3	1,4	103,5	424	200-500
Habitación 2 nivel planta habitaciones	SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	1	1,1	30,5	435	200-500



**Figura 4.15 Propuesta de iluminación de habitación de Arzobispo del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**

**Fuente: Autor**



**Figura 4.16 Curvas Isolíneas de la propuesta de la habitación del Arzobispo del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**

**Fuente: Autor.**

#### 4.10 POTENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROPUESTO

En la siguiente tabla 4.10 se describe el consumo de potencia por cada tipo de luminaria presente en la propuesta, así como también la cantidad de las mismas y potencia total del sistema.

**Tabla 4.10 Consumo de potencia del sistema de iluminación propuesto.**

**Fuente: Autor**

Tipo de luminaria	Cantidad de luminarias	Potencia por unidad (W)	Potencia total (W)
Philips BY121 1XLED200S/840 147W, 20000lm	6	147	882
Philips ST315T 23,5W, 2007lm	5	23.5	117.5
Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	83	48	3984
Philips TPS 760 2*TL5 HFP ND AC-MLO 70W, 4778lm	66	70	4620
Philips BY120P G3 1*LED105S/840 WB 85W,10500lm	15	85	1.275
Philips SP140P L1415 1*LED48S/840 50W, 4799lm	36	50	1.800
Philips BY122P G4 1*LED200S/840 147W, 24998lm	3	147	441
Philips WL130V PSU D350 1*LED12S/830 12W, 1200lm	40	12	480
Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W, 3699lm	32	35.5	1.136
Philips SM134V PSD W20L120 1*led37S/830 34.5W, 3699lm	28	34.5	966
DN140B PSU D216 1XLED20S/830 19W, 2200lm	11	19	209
Philips WT120C L600 1*LED18S/840 17,6W, 2100lm	20	17.6	352
Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	94	30.5	2.867
		<b>Total</b>	<b>19.129,5</b>

Como se muestra en la tabla 4.10 la potencia total del nuevo sistema de iluminación utilizando tecnología LED es menor que la potencia que consume actualmente el sistema de iluminación de recinto gubernamental. Para obtener la demanda máxima del sistema de iluminación propuesto es necesario aplicar la ecuación (3.1), con un factor de demanda del 100% para cargas de iluminación se obtiene

$$D_{\max} = 1 * 19.129,5 \text{ W} = 19.129,5 \text{ W}$$

La demanda en voltios-ampere (VA) se obtiene mediante la ecuación (3.2) considerando un factor de potencia ( $\cos\phi$ ) de 0.9 para la carga de las luminarias.

$$D_{\max} = \frac{D_{\max}(\text{W})}{0,9} = \frac{19129,5 \text{ W}}{0,9} = 21.255 \text{ VA}$$

#### 4.11 ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y EL SISTEMA PROPUESTO PARA EL SEMINARIO SAN BUENAVENTURA

Para realizar un análisis de costo energético y económico de los sistemas de iluminación actual y propuesto es necesario estudiar el costo anual de cada uno según la tarifa eléctrica y demanda obtenida en las tablas 3.11 y 4.10. Para la comparación de costos de la energía se tomó como referencia la tarifa eléctrica colombiana.

Tabla 4.11 Precio del consumo anual del sistema de iluminación actual y propuesto del Seminario San Buenaventura de Mérida.

Fuente: Autor

Sistema de iluminación	Demanda máxima (W)	Uso de la energía del local (h/año)	Consumo anual (kWh)	Precio por consumo (\$/kWh)	Precio anual por consumo (\$)
Actual	28215	4.380	123.581,7	0,1340	16.559,9
Propuesto	19129.5	4.380	83.781,2	0,1340	11.227,5

#### 4.12 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO DEL SEMINARIO.

Para realizar un análisis económico del sistema actual y propuesto es importante estudiar el costo de luminarias de tecnología LED realizando una evaluación de la inversión y comparación de ambos sistemas mediante un método de costo anual uniforme equivalente (CAUE).

El costo anual uniforme equivalente (CAUE), consiste en un método que evalúa de manera económica la viabilidad de los proyectos de inversión, permitiendo así determinar la opción más

favorable. Para el cálculo del CAUE se usa la tasa de interés anual que suministra el Banco Central de Venezuela, la cual es de 24% en la actualidad, el costo inicial (CI) del sistema actual y el sistema propuesto se muestran en las tablas 4.12 y 4.13 respectivamente y se aplican las ecuaciones (4.1) y (4.2).

$$\text{CAUE} = \text{Costo inicial} \left( \frac{A}{P}, i, n \right) + \text{Costo anual} \quad (4.1)$$

$$\left( \frac{A}{P}, i, n \right) = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (4.2)$$

Dónde:

**Costo inicial:** Se refiere al valor monetario de las luminarias instaladas.

**Costo anual:** Precio por consumo anual de energía.

**N:** Número de periodo de vida útil.

**i:** Tasas de Interés.

**Tabla 4.12 Precio de las luminarias que se encuentran instaladas en el Seminario**  
Fuente: Autor

Tipo de luminaria	Cantidad	Precio por unidad (\$)	Precio total (\$)
Luminaria especular de Tubo Fluorescente 3x40 W	43	224,31	9645,33
Luminaria especular de Tubo Fluorescente 4x32 W	6	247,71	1486,26
Luminaria especular de Tubo Fluorescente 2x75 W	4	208,58	834,32
Luminaria especular de Tubo Fluorescente 2x40 W	67	218,85	14663
Luminaria especular de Tubo Fluorescente 4x40 W	36	251,4	9050,4
Tipo vela 40 W	90	3,2	288
Fluorescente Compacta 18 W	124	25	3100
Luminaria circular de Tubo 32 W	12	62,5	750
Luminaria circular de Tubo 22 W	5	55,6	278

**Tabla 4.12 Continuación Precio de las luminarias que se encuentran instaladas en el Seminario**  
**Fuente: Autor**

Tipo de luminaria	Cantidad	Precio por unidad (\$)	Precio total (\$)
Incandescente Convencional	32	2.5	80
Fluorescente compacta 8 W	3	4	12
Fluorescente compacta 14 W	76	14	1064
Fluorescente compacta 18 W	124	17	2108
Fluorescente compacta 20W	58	19	1102
Fluorescente compacta 23 W	6	22	132
Fluorescente compacta 70 W	1	53	53
Lámparas led 15W	15	20	300
Reflectores led 20W	6	14	84
<b>Total (\$)</b>			<b>45030,3</b>

**Tabla 4.13 Precio de las luminarias del sistema de iluminación propuesto en el Seminario San Buenaventura**  
**Fuente: Autor**

Tipo de lámparas	Cantidad	Precio por unidad (\$)	Precio total (\$)
Philips BY121 1XLED200S/840 147W, 20000lm	6	315	1890
Philips ST315T 23,5W, 2007lm	5	165	825
Philips WT120C L1500 1XLED60S/840 48W, 5999lm	83	95,60	7934,8
Philips TPS 760 2*TL5 HFP ND AC-MLO 70W, 4778lm	66	112,80	7444,8
Philips BY120P G3 1*LED105S/840 WB 85W,1496lm	15	165,40	2481
Philips SP140P L1415 1*LED48S/840 50W, 4799lm	36	160	5760
Philips BY122P G4 1*LED200S/840 147W, 24998lm	3	195	585
Philips WL130V PSU D350 1*LED12S/830 12W, 1200lm	40	17,28	691,2

**Tabla 4.13 Continuación Precio de las luminarias del sistema de iluminación propuesto en el Seminario San Buenaventura**

**Fuente: Autor**

Tipo de lámparas	Cantidad	Precio por unidad (\$)	Precio total (\$)
Philips SM134V PSD W60L60 1*led37s/830 35.5W, 3699lm	32	88	2816
Philips SM134V PSD W20L120 1*led37S/830 34.5W, 3699lm	28	75	2100
Philips DN140B PSU D216 1XLED20S/830 19W, 2200lm	11	39	429
Philips WT120C L600 1*LED18S/840 17,6W, 2100lm	20	72,29	1445,8
Philips SM134V PSU W20L120 1*Led27S/830 , 30,5W, 2699lm	94	69	6.486
<b>Total (\$)</b>			<b>40888,6</b>

#### 4.12.1 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE)

Para el cálculo del CAUE es necesario determinar los años de vida útil del sistema de iluminación; las lámparas fluorescentes que se encuentran instaladas en la infraestructura tienen una vida útil de 10.000 horas, las cuales están en funcionamiento 12 horas al día (4.380 h/año), por lo que la lámpara puede durar 2 años mientras que las lámparas de tecnología LED tienen una vida útil de 50.000 horas, funcionando un promedio de 12 horas diarias los 365 días del año (4.380 h/año) una lámpara tendrá una duración de 11,41 años, (aproximadamente 12 años). Aplicando las ecuaciones 4.1 y 4.2 y tomando la tasa referencia de interés que proporciona el Banco Central de Venezuela de 24 %; se tiene como resultado del CAUE lo siguiente:

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right)_{\text{Sistema Actual}} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.24 \times (1+0.24)^2}{(1+0.24)^2 - 1} = 0,6864$$

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right)_{\text{Propuesto}} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.24 \times (1+0.24)^{12}}{(1+0.24)^{12} - 1} = 0,2596$$

$$\text{CAUE}_{\text{Sistema Actual}} = 45.030,3 * 0,6864 + 16.559,9 = 47.468,7 \$$$

$$CAUE_{\text{Sistema Propuesto}} = 40.888,6 * 0,2596 + 11227,5 = 21.842,2 \$$$

**Tabla 4.14 Costo anual uniforme equivalentes de los sistemas de iluminación actual y propuesto**  
Fuente: Autor

Sistema de iluminación	Vida útil	CAUE
Actual	10.000 horas	47.468,7 \$
Propuesto	50.000 horas	21.842,2 \$

Como se observa en la tabla 4.14 que el costo anual uniforme equivalente del sistema propuesto es menor que el sistema actual, por lo tanto, se puede concluir que la implementación de la tecnología LED en la iluminación de infraestructura es factible, ya que cumple con las condiciones necesarias en cuanto al consumo de energía y gastos económicos, así como también con las condiciones lumínicas en los ambientes estudiados.

#### 4.13 COMPARACIÓN DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO

En la tabla 4.15 se presenta una comparación del índice de eficiencia energética instalado y propuesto.

**Tabla 4.15 Índices de Eficiencia Energética del sistema actual y el propuesto**  
Fuente: Autor

Área	Índice de eficiencia energética del sistema instalado (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética del sistema en uso (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética del sistema propuesto (W/m <sup>2</sup> )	VEEI límite
Capilla principal	1,63	1,51	0,75	8
Aula 1	3,61	0,45	0,95	3,5
Aula 2	3,21	1,60	0,47	3,5
Estudio	2,90	0,73	1,13	3,5
Salón de música 1 (primer piso)	1,02	0,19	1,98	3,5
Salón de tv padres	5,43	4,9	0,65	8

**Tabla 4.15 Continuación Índices de Eficiencia Energética del sistema actual y el propuesto**  
**Fuente: Autor**

Área	Índice de eficiencia energética del sistema instalado (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética del sistema en uso (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética del sistema propuesto (W/m <sup>2</sup> )	VEEI límite
Enfermería	0,76	0,31	1,3	4
Salón de visitas	2,75	1,38	1,9	8
Salón de trofeos	1,59	1,06	1,3	8
Salón de clero	4,41	4,41	1,3	8
Auditorio	2,87	2,27	0,85	8
Lavandería planta baja	0,14	0,04	1,1	4
Depósito de lencería	0,78	0,09	0,45	4
Deposito patio	17,31	17,31	0,51	4
Comedor personal	11,41	6,65	1,13	4
Deposito utensilios cocina 1	33,49	33,49	3,26	4
Cocina	2,10	1,05	1,27	4
Comedor sacerdotes	0,23	0,19	1,04	4
Cafetín	5,33	5,33	0,88	4
Comedor menores	0,54	0	0,81	4
Secretaría	2,11	2,11	1,04	3
Dirección	1,20	0,40	0,5	3
Oficina rectoral	0,52	0,26	2,1	3
Dirección de estudio	0,81	0,33	1,4	3

**Tabla 4.15 Continuación Índices de Eficiencia Energética del sistema actual y el propuesto**  
Fuente: Autor

Área	Índice de eficiencia energética del sistema instalado (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética del sistema en uso (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética del sistema propuesto (W/m <sup>2</sup> )	VEEI límite
Pasillo nivel sótano (deposito)	1,09	0,21	1,7	6
Pasillo nivel planta baja (biblioteca)	0,06	0,05	0,42	6
Pasillo nivel planta baja (auditorio)	0,02	0,02	1,4	6
Pasillo nivel planta profesores (habitaciones)	0,32	0,32	1,15	6
Pasillo nivel planta habitaciones (sala de recibo)	0,73	0,36	1,4	6
Habitación 1 nivel planta baja	0,54	0,36	1,38	10
Habitación de arzobispo nivel planta baja	19,21	6,40	0,71	10
Habitación 1 Nivel planta profesores	2,16	0,72	0,84	10
Habitación 2 nivel planta profesores	8,82	2,20	0,84	10

En la tabla comparativa 4.15 se puede observar que el sistema de iluminación con tecnología LED propuesto cumple con el índice de eficiencia energética recomendado para las áreas en estudio, mientras que el sistema actual en algunos casos excede dicho índice.

## 4.14 PROPUESTA DEL SISTEMA DE RESPALDO PARA EL SEMINARIO

Teniendo en cuenta los valores de demanda eléctrica que el Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida posee y el sistema de iluminación propuesto, se plantearon dos propuestas en sistemas de respaldo, uno asumiendo la totalidad de la carga y otro donde solo se respalda las cargas prioritarias de la institución.

### 4.14.1 Sistema de respaldo con totalidad de la carga

Para determinar la capacidad de la planta eléctrica que se propone se obtuvo por medio del censo de carga realizado en el capítulo III y la carga que representa el sistema de iluminación propuesto. Es preciso destacar que la demanda determinada mediante el censo de carga es de 198,942 kVA incluyendo el sistema de iluminación actual, mientras que la demanda eléctrica con el sistema de iluminación propuesto es de 188,842 kVA.

Carga de iluminación actual = 31.35 kVA

Carga de iluminación propuesta = 21,25 kVA

En base a lo establecido anteriormente y tomando en cuenta los valores comerciales de plantas eléctricas de la tabla 2.10, se requiere una planta con capacidad de 200 kW, 315 HP y 6 cilindros, especificaciones que cumple el generador eléctrico diésel con motor CUMMINS (véase tabla 4.16).

**Tabla 4.16 Data de información técnica del generador eléctrico con motor Cummins ACCC-250C**

Fuente: disponible en

[https://www.accc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo\\_planta\\_cummins\\_accc-250c.pdf](https://www.accc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo_planta_cummins_accc-250c.pdf)

<b>Potencia en espera</b>	250 kVA/200 kW
<b>Potencia principal</b>	225 kVA/180 kW
<b>Tasa de velocidad</b>	1800 rpm
<b>Frecuencia de salida</b>	60HZ
<b>Fase</b>	3
<b>Tasa de voltaje</b>	208/120V
<b>Modelo del motor</b>	6CTAA8.3-G2
<b>Modelo Alternador</b>	AGG KI274G

**Tabla 4.16 Continuación Data de información técnica del generador eléctrico con motor Cummins ACCC-250C**

**Fuente: disponible en**

[https://www.accc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo\\_planta\\_cummins\\_accc-250c.pdf](https://www.accc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo_planta_cummins_accc-250c.pdf)

Consumo de combustible 100% carga	47,7 l/h
Consumo de combustible 75% carga	35,9 l/h
Consumo de combustible 50% carga	24,5 l/h
Factor de potencia	0,8

#### 4.14.2 Sistema de respaldo para carga prioritaria

El Seminario San Buenaventura del Estado Mérida por ser una institución educativa donde sus estudiantes se encuentran en régimen interno, debe mantener sin interrupción servicios esenciales los cuales se presentan en la tabla 4.17.

**Tabla 4.17 Cargas esenciales del Seminario San Buenaventura del Estado Mérida**

**Fuente: Autor.**

Carga	Potencia (kVA)
Sistema de iluminación propuesto	21,25
Cuartos fríos evaporadores	7,47
Condensadores	1,75
Compresores	6,22
Bomba hidroneumático	1,15
Motor hidroneumático	1,74
Compresor hidroneumático	0,622
Extractor de cocina	0,22
Nevera ejecutiva	1,33
<b>Total</b>	<b>41,752</b>

Para cubrir estos requerimientos se requiere una planta eléctrica con las siguientes características (véase tabla 4.18).

**Tabla 4.18 Data de información técnica del generador eléctrico con motor Cummins ACCC-55C**

**Fuente: disponible en**

[https://www.accc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo\\_planta\\_cummins\\_accc-55c.pdf](https://www.accc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo_planta_cummins_accc-55c.pdf)

Potencia en espera	55 kVA/44 kW
Potencia principal	50 kVA/40 kW
Tasa de Velocidad	1800 rpm
Frecuencia de salida	60HZ
Fase	3

**Tabla 4.18 Continuación Data de información técnica del generador eléctrico con motor Cummins ACCC-55C**

Fuente: disponible en

[https://www.accc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo\\_planta\\_cummins\\_accc-55c.pdf](https://www.accc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo_planta_cummins_accc-55c.pdf)

Tasa de voltaje	208/120V
Modelo del motor	4BT3.9-G2
Modelo alternador	AGG KI224C
Consumo de combustible 100% carga	15 l/h
Consumo de combustible 75% carga	13 l/h
Consumo de combustible 50% carga	9 l/h
Factor de potencia	0.8

#### 4.14.3 Ubicación de la planta eléctrica y tablero de transferencia.

La planta eléctrica debe estar ubicada dentro de la institución en un lugar donde se faciliten las operaciones de mantenimiento y de alimentación de combustible. Es por ello que se selecciona para la ubicación de la cualquiera de las dos opciones la planta eléctrica en el plano, nivel sótano, patio de lavandería, ubicado aproximadamente a 25 metros del tablero principal de la institución que es un lugar de fácil acceso abierto, techado, alejado de oficinas y aulas para que el ruido de la planta eléctrica no perjudique a las personas o estudiantes dentro de la institución.



**Figura 4.17 Espacio destinado para la ubicación de la planta eléctrica en el Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida**

Fuente: Autor.

En cuanto a la ubicación del tablero de transferencia estará ubicado justo al lado del tablero principal es por ello que los cálculos para la acometida en cuanto a caída de tensión se realizan en base a la distancia anteriormente descrita, 25 metros de distancia entre la planta y el tablero de transferencia.

#### 4.14.4 Calculo de acometida y elección de tablero de transferencia para la totalidad de la carga del Seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.

Para conocer el calibre del conductor del tramo de la planta eléctrica a la unidad de transferencia, se usara como referencia los valores nominales presentados en la data técnica del fabricante de la planta propuesta.

*Calculo del conductor por capacidad de corriente:*

$$I_{nom} = \frac{\text{Demanda maxima KVA}}{\sqrt{3} * V_{nominal KV}} \quad (4.3)$$

Donde la demanda máxima es la potencia nominal de la planta eléctrica propuesta 250 KVA

$$I_{nom} = \frac{250 \text{ KVA}}{\sqrt{3} * 0.208 \text{ kV}} = 693,93 \text{ A}$$

Se utilizan 3 conductores por fase, con una corriente nominal de 231,31 A para dicha capacidad los conductores apropiados son:

**3 # 250 AWG 255 A**

*Calculo del conductor por caída de tensión:*

Para el cálculo del momento eléctrico para la caída de tensión se tiene en cuenta la distancia según la ubicación de la planta eléctrica hasta el tablero de transferencia de 25 m, y se divide entre la cantidad de conductores por fase, también se toma de la tabla de conductores el valor de la capacidad de distribución para el calibre del conductor número 250.

$$\Delta v = 1\% * \left( \frac{\text{Momento Electrico}}{3} \right) \quad (4.4)$$

$$\text{Momento Electrico} = 250 \text{ kVA} * 25 \text{ mts} = 6250 \text{ kVA} - \text{m}$$

Mediante los requerimientos del proyecto es necesario que la caída de tensión sea menor al 3%. Por lo tanto:

$$\Delta v = 1\% * \left( \frac{6250 \text{ kVA} - \text{m}}{3} \right) = 1,09\% < 3\%$$

El calibre del conductor numero 250 cumple con los requerimientos por caída de tensión.

**Tabla 4.19 Especificaciones del tablero de transferencia**

Fuente. Disponible en <https://kosov.com.mx/images/fichastecnicas/TCT-7320-4S.pdf>.

<b>Modelo</b>	TCT-7320-4S800
<b>Capacidad</b>	800 A.
<b>Peso</b>	145 Kg

**Tabla 4.20 Especificaciones del equipo de transferencia**

Fuente: disponible en <https://kosov.com.mx/images/fichastecnicas/TCT-7320-4S.pdf>.

<b>Panel de control:</b>	DSE, 7320 MKII
<b>Unidad básica de transferencia:</b>	Seccionador ABB OTM630E_C motorizado
<b>Cargador de baterías:</b>	DSE, 9130 5 A.
<b>Voltajes CA (disponibles):</b>	220/127, 440/254 ó 480/277
<b>Voltajes CD (disponibles):</b>	12 ó 24 Volts

#### 4.14.5 Calculo de acometida y elección de tablero de transferencia para la carga prioritaria del seminario San Buenaventura del Edo. Mérida.

Potencia nominal de la planta eléctrica propuesta 55 kVA

$$I_{nom} = \frac{55 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 0.208 \text{ KV}} = 152.66 \text{ A}$$

Se utilizan 1 conductores por fase, con una corriente nominal de 152.66 A para dicha capacidad los conductores apropiados son:

**1# 3/0AWG 165 A**

*Calculo del conductor por caída de tensión:*

$$\text{Momento Electrico} = 55 \text{ kVA} * 25\text{mts} = 1375 \text{ kVA} - \text{m}$$

Mediante los requerimientos del proyecto es necesario que la caída de tensión sea menor al 3%. Por lo tanto:

$$\Delta v = 1\% * \left( \frac{1375 \text{ kVA} - \text{m}}{1453} \right) = 0.946\% < 3\%$$

El calibre del conductor número 3/0 cumple con los requerimientos por caída de tensión.

**Tabla 4.20 Especificaciones del tablero de transferencia**

Fuente. Disponible en <https://kosov.com.mx/images/fichastecnicas/TCT-4520-1S.pdf>.

<b>Modelo</b>	TCT-4520-1S160
<b>Capacidad</b>	160 A.
<b>Peso</b>	42 Kg

**Tabla 4.21 Especificaciones del equipo de transferencia**

Fuente: disponible en <https://kosov.com.mx/images/fichastecnicas/TCT-4520-1S.pdf>.

<b>Panel de Control:</b>	DSE 4522 MKII
<b>Unidad Básica de Transferencia:</b>	Seccionador ABB OTM160E_C
<b>Cargador de Baterías:</b>	DSE, 9150 3 A.
<b>Voltajes CA (disponibles):</b>	220/127
<b>Voltajes CD (disponibles):</b>	12 ó 24 Volts

#### 4.15 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE RESPALDO PROPUESTO DEL SEMINARIO.

Para realizar un análisis económico de ambos sistemas de respaldo es importante tener los costos de las plantas eléctricas (véase tabla 4.20), junto con ello se realizó una evaluación de la inversión y comparación de ambos sistemas mediante el método de costo anual uniforme equivalente (CAUE) aplicando las ecuaciones 4.3 y 4.4 y teniendo en cuenta para el cálculo de consumo de combustible la tarifa de diésel de Colombia, por tener en Venezuela un costo muy despreciable de este hidrocarburo tabla 4.19. Las plantas eléctricas se estiman con un promedio de funcionamiento de 2 horas al día (730 h/año).

**Tabla 4.22 Costos del consumo anual en combustible de ambas propuestas de respaldo en el Seminario.**

Fuente: Autor.

Modelo de generador	Uso de la energía del generador (horas/año)	Consumo por hora al 100% de la carga(l/h)	Consumo anual (litros /año)	Precio litro de diésel(\$)	Precio anual por consumo (\$)
<b>Cummins GS200-2</b>	730	47,7	34.821	0,58	20.196,2
<b>Cummins GSS38-2</b>	730	9,8	7.154	0,58	4.149,32

**Tabla 4.23 Precio de las plantas eléctricas propuestas para el sistema de respaldo en el Seminario**

Fuente: disponible en <http://www.colombiaplantaselectricas.com/Plantas-Eléctricas-Cummins-Colombia>

Modelo de planta eléctrica	Precio (\$)
<b>Cummins GS200-2</b>	51.866,9
<b>Cummins GSS38-2</b>	22.536,4

**Tabla 4.23 Precio de las acometidas y tableros de transferencia propuestos para el sistema de respaldo en el Seminario**

Fuente: <http://www.interelectricas.com.co>

Carga	Acometida	Tableros de transferencia
Total	2925\$	3.200\$
Priorizada	750\$	1.315\$

#### 4.15.1 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE) de las plantas eléctricas.

Aplicando las ecuaciones 4.1 y 4.2 y tomando la tasa referencia de interés que proporciona el Banco Central de Venezuela de 24 % y una vida útil de 25 años; se tiene como resultado del CAUE lo siguiente:

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right)_{\text{Plantas Electricas}} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.24 \times (1+0.24)^{25}}{(1+0.24)^{25} - 1} = 0,24$$

$$\text{CAUE}_{\text{total de la carga}} = (51.866,9 + 2.925 + 3200) * 0.24 + 20.196,2 = 34.114,3 \$$$

$$\text{CAUE}_{\text{Carga esencial}} = (22.536,4 + 750 + 1.315) * 0.24 + 4.149,32 = 10.053,7 \$$$

**Tabla 4.24 Costo anual uniforme equivalentes de los sistemas de respaldo del seminario**

Fuente: Autor

Sistema de respaldo	CAUE
Total de la carga	34.114,3 \$
Carga esencial	10.053,7 \$

Como se observa en la tabla 4.21 el costo anual uniforme equivalente del sistema de respaldo con carga esencial es menor y esto se debe a que solo alimenta un 21% de la carga total de la institución. Ambas propuestas resultan factibles en cuanto a las necesidades de la institución quedando a criterio de sus directivos la selección de la misma.

## CONCLUSIONES

El estudio detallado del sistema de iluminación actual del Seminario San Buenaventura del estado Mérida permitió determinar los bajos niveles lumínicos existentes en cada área y su incumplimiento con la norma COVENIN 2249-93 así como de niveles no óptimos de los índices de eficiencia energética, con ello se dificulta en algunos casos el desarrollo de las actividades tanto de su personal como de su estudiantado, generando a largo plazo problemas visuales. La iluminación que actualmente presenta la infraestructura es proporcionada principalmente por luz natural, puesto que casi la mitad de sus luminarias se encuentran en mal estado. Es por ello que surge la necesidad de proponer un nuevo sistema de iluminación con tecnología LED que cumpla lo establecido por la norma y a su vez garantice un consumo eficiente de la energía eléctrica.

Para realizar el diseño de la propuesta de un sistema de iluminación eficiente y acorde a las necesidades de la institución se utilizó la herramienta de software denominado DIALux evo 8,1, realizando la representación de las áreas con luminarias conforme a la estética de cada una de ellas y cumpliendo con los niveles recomendados en la norma. La tecnología implementada en el diseño fue luminarias de tipo LED, caracterizada por su alta capacidad de iluminar y su bajo consumo en potencia, obteniendo un ahorro energético aceptable en comparación a la demanda de energía del sistema actual.

Para la propuesta de la planta eléctrica, mediante métodos respaldados por la norma COVENIN 200-1999, el censo de carga y densidad de carga, se calculó la demanda eléctrica de la institución con el fin de implementar la mejor solución en cuanto a generación eléctrica para una prestación de servicio continuo. Se realizaron dos propuestas, una asumiendo la carga del Seminario en su totalidad tomando en cuenta la propuesta de iluminación y otra asumiendo solo las cargas esenciales que se encuentran en la institución para presentar ambas opciones ante sus directivos quedando a su criterio la implementación de una de ellas.

Una vez diseñadas las propuestas tanto de iluminación como del sistema de respaldo se realizaron los análisis de costos económicos y energéticos, mediante el costo anual equivalente, concluyendo la factibilidad de las mismas.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## RECOMENDACIONES

En el marco de los resultados obtenidos y las actividades que se realizan en el Seminario San Buenaventura de estado Mérida es importante considerar las siguientes recomendaciones:

La implementación del sistema de iluminación propuesto para el Seminario San Buenaventura del estado Mérida, beneficiará de gran manera a la institución, principalmente en lo que se refiere a ahorro energético, pues el consumo de energía es menor en comparación al sistema actual, así como también la adecuación de los niveles de iluminación acorde a lo establecido en la normativa COVENIN 2249-93, generando mayor confort a los estudiantes y empleados mejorando así su rendimiento y productividad respectivamente.

El aprovechamiento de la luz natural en el interior de la infraestructura, debido a que la misma posee áreas abiertas y grandes ventanales que permiten el ingreso de dicha luz, es importante se realice un correcto aprovechamiento, teniendo en cuenta factores como el deslumbramiento.

La implementación de igual manera del sistema de respaldo eléctrico propuesto para un servicio continuo de energía eléctrica que permita mantener el desarrollo de sus actividades sin afectación de caídas de la red que proporciona el servicio y mantener las cargas prioritarias tales como la refrigeración e iluminación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1]. S. Ramírez, *Redes de distribución de energía*. Manizales, Colombia: 3ra edición, 2004, pp. 40-68.
- [2]. N. Bratu, & E. Campero, *Instalaciones Eléctricas: Conceptos Básicos*. D. F., México: 2da edición, Alfaomega, 1995, pp. 35-50.
- [3]. H. Willis, *Spatial Electric Load Forecasting*. Nueva York, Estados Unidos de América: Second Edition, Marcel Dekker, Inc. Revised and Expanded, 2002, pp 80-125 .
- [4]. *Comisión Venezolana de Normas Industriales “NORMAS COVENIN 200:1999 Código Eléctrico Nacional”*. Fondonorma. Caracas. 1.990.
- [5]. L. Moreno, *Luminotecnia: El arte de la correcta iluminación*. Mérida, Venezuela: 2da edición, 2015, pp. 3-346.
- [6]. *Comisión Venezolana de Normas Industriales “NORMAS COVENIN 2249-1993: Iluminancia en tareas y áreas de trabajo”*. Fondonorma. Caracas. 1.993.
- [7]. E. Harper, *Guía Práctica para el cálculo de instalaciones Eléctricas*. D. F., México: 1ra edición, Limusa, 1994, pp 452-468.
- [8]. *MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS ELECTRICAS*, IGSA Cuajimalpa, D.F. México, 2011, pp. 12-18.
- [9]. F. Haro, (2020). *Planta de Emergencia: tipos y características de estos generadores* (Consultado, Febrero 2020) [online]. Disponible en: <https://blog.generaclatam.com/planta-de-emergencia>.